

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**



**Análises da granulometria,
mineralogia e densidade
dos sedimentos carbonáticos
em testemunho do
Arquipélago de Abrolhos,
Estado da Bahia**

GERSON MACHADO FERMINO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

2007



ANÁLISES DA GRANULOMETRIA, MINERALOGIA E DENSIDADE DOS
SEDIMENTOS CARBONÁTICOS EM TESTEMUNHO DO ARQUIPÉLAGO DE
ABROLHOS - ESTADO DA BAHIA.

Gerson Machado Fermino

Monografia submetida ao Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador:
José Carlos Sícoti Seoane, D.Sc.

Co-orientadora:
Cátia Fernandes Barbosa, Ph.D.

Rio de Janeiro
Abril de 2007

ANÁLISES DA GRANULOMETRIA, MINERALOGIA E DENSIDADE DOS
SEDIMENTOS CARBONÁTICOS EM TESTEMUNHO DO ARQUIPÉLAGO DE
ABROLHOS - ESTADO DA BAHIA

Gerson Machado Fermino

Orientador: D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane.
Co-orientadora: Ph.D. Cátia Fernandes Barbosa.

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Aprovada por:

Presidente: Prof. D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane, UFRJ

Prof. D.Sc. Renato Campello Cordeiro, UFF

Prof. D.Sc. João Wagner de Alencar Castro, UFRJ

Rio de Janeiro
Abril de 2007

Fermino, Gerson Machado.

Análises da granulometria, mineralogia e densidade dos sedimentos carbonáticos em testemunho do Arquipélago de Abrolhos - Estado da Bahia. / Gerson Machado Fermino. - Rio de Janeiro, 2007.

viii, 59p.: il. - Monografia (Bacharelado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Instituto de Geociências, Depto. de Geologia, 2007.

Orientador: José Carlos Sícoli Seoane.

Co-orientadora: Cátia Fernandes Barbosa.

1. Arquipélago de Abrolhos. 2. Sedimentologia. 3. Bacia do Espírito Santo. I. Seoane, José Carlos Sícoli (orient.). Cátia Fernandes Barbosa (co-orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Depto. de Geologia. III. Análises da granulometria, mineralogia e densidade dos sedimentos carbonáticos em testemunho do Arquipélago de Abrolhos - Estado da Bahia.

“A minha amada esposa Suzana,
e a minha querida mãe Lenita”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem sua ajuda nada seria possível, pois nos momentos mais difíceis me reergueu para que pudesse chegar até aqui. Ao meu orientador e amigo Prof. D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane e co-orientadora e amiga Prof^a. Ph.D. Cátia Fernandes Barbosa (UFF), que com sua imensa dedicação, boa vontade e amizade, me conduziram através deste trabalho. Ao Prof. D.Sc. Renato Campello Cordeiro (UFF), pela amizade e cooperação na disponibilidade do Lab. de Sedimentologia (UFF). Ao Prof. Ph.D. Bruno Jean Turcq (IRD) pela imensa atenção na orientação da análise dos espectros de infravermelho e pela cooperação na disponibilidade do Lab. de Estudos Paleoambientais (UFF), onde o testemunho foi aberto. Ao Prof. D.Sc. Bastian Knoppers pela cooperação com o uso da “capela” do Lab. de Biogeoquímica Marinha (UFF), ao Prof. D.Sc. Ricardo Erthall Santelli pela cooperação com o uso da estufa do Lab. de Geoquímica Analítica e Ambiental (UFF). Aos amigos do Lab. de Sedimentologia (UFF), em especial a Monike Siqueira Moura pela orientação na metodologia de descarbonatação, a Débora Duran pela orientação com a metodologia de confecção das pastilhas para análise de infravermelho, a Tatiane Sica pela orientação no uso geral dos equipamentos do laboratório. Aos amigos do Lab. de Geoquímica Analítica e Ambiental (UFF), em especial a Luís Clemens de Almeida Viana, Fabio da Fonseca Monteiro e Leonardo Silveira Villar pela ajuda na metodologia da análise de densidade e cooperação no uso da estufa. Aos amigos do Lab. de Estudos Paleoambientais (UFF), em especial a Maurício Leal Domingues pela ajuda na abertura do testemunho e orientação com o uso do espectrômetro de infravermelho e metodologia em geral, a Gustavo de Vasconcellos Esteves pela orientação na metodologia de confecção das pastilhas para análise de infravermelho e Luciane Moreira pelo grande companheirismo e cooperação durante os trabalhos. As amigas Carine Machado de Almeida pelo auxílio na abertura do testemunho e Patrícia de Oliveira Silva com a metodologia no uso do analisador de partículas.

Aos meus amigos do curso de Geologia da UFRJ, em especial a Liliane Ferreira da Silva, Talita Azevedo da Silva, Itamar Pereira Gonçalves, Raquel A. Lima Santos, Alesandra Coelho Farias, Fernando Augusto Cabral, Maria Cláudia Graça, Rose Mary Gondim Mendonça e Marta Costa, pelo grande companheirismo e amizade, onde nos momentos mais difíceis, durante o curso, foram mais que amigos.

A minha amada esposa Suzana de Castro Andrade e a minha querida Mãe Lenita Machado Fermينو, que nas horas mais difíceis de minha vida pessoal e acadêmica, estiveram sempre ao meu lado, em que sem seu amor, apoio e dedicação nada seria possível.

Aos professores do Depto. de Geologia (UFRJ) e do Depto. de Geoquímica (UFF), que com sua dedicação ao seu trabalho, fazem a diferença na formação dos alunos do curso de geologia. A UFRJ e a UFF pela grande oportunidade de realização deste trabalho. E finalmente a todos que de alguma forma cooperaram para esta realização.

RESUMO

ANÁLISES DA GRANULOMETRIA, MINERALOGIA E DENSIDADE DOS SEDIMENTOS CARBONÁTICOS EM TESTEMUNHO DO ARQUIPÉLAGO DE ABROLHOS - ESTADO DA BAHIA

Gerson Machado Fermino

Orientador: D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane.
Co-orientadora: Ph.D. Cátia Fernandes Barbosa.

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

O Arquipélago de Abrolhos é constituído de cinco ilhas formadas por rochas vulcânicas e sedimentares, e está inserido no Complexo Vulcânico de Abrolhos, o qual abrange as bacias do Espírito Santo, Cumuruxatiba e Mucuri, estando o arquipélago restrito somente a Bacia de Mucuri. O complexo é constituído por uma província magmática basáltica, intraplaca, de caráter toleítico a alcalino, implantada sobre crosta continental estirada durante a fase rifte no Eocretáceo. Idades Ar-Ar indicam um magmatismo ocorrido entre 60 e 40 Ma. estando correlacionadas ao intervalo do Paleoceno ao Mesoeoceno. Os recifes estão distribuídos em dois grandes arcos subparalelos a linha de costa, um costeiro e um externo. A bioestrutura coralina se apresenta na forma de pináculos com morfologia de cogumelos denominada de “Chapeirão”, com dimensões que atingem mais de 25 m de altura e mais de 50 m de diâmetro. Os sedimentos são caracterizados pela predominância de siliciclásticos na zona costeira, sedimentos mistos na área entre os arcos, todos provenientes da erosão dos depósitos terciários da Formação Barreiras e sedimentos fluviais. Na plataforma continental externa ocorrem sedimentos carbonáticos provenientes da erosão dos recifes. As análises sedimentológicas realizadas em testemunho, indicam a ocorrência de uma sucessão composta por seis unidades de sedimentação em que pode ser observado um possível ciclo nas quatro camadas que compõem a porção intermediária do testemunho, com características de estratodecrescência e granodecrescência ascendentes. A mineralogia indica deposição em ambiente de plataforma carbonática, com granulometria classificada texturalmente como silte arenoso, predominando a deposição de aragonita sobre calcita, com uma pequena reversão próxima ao topo, interpretada como sendo função da redução na razão Mg^{2+}/Ca^{2+} e do aumento dos níveis de CO_2 atmosférico do final do Plioceno até o grande aumento nos dias atuais, reduzindo a saturação de aragonita.

Palavras-chave: Arquipélago de Abrolhos, sedimentologia, Bacia do Espírito Santo.

Rio de Janeiro
Abril de 2007

ABSTRACT

GRAIN SIZE, MINERALOGY AND DENSITY ANALYSIS OF CARBONATIC SEDIMENTS IN CORE FROM THE ABROLHOS ARCHIPELAGO - STATE OF BAHIA, BRAZIL.

Gerson Machado Fermino

Supervisor: D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane.
Co-supervisor: Ph.D. Cátia Fernandes Barbosa.

Abstract: Monograph submitted for the degree of Bachelor of Sciences in Geology at the Geosciences Institute, Federal University of Rio de Janeiro – UFRJ.

The Abrolhos Archipelago is constituted by five islands formed by volcanic and sedimentary rocks, and it is part of the Abrolhos Volcanic Complex, which spans the Espírito Santo, Cumuruxatiba and Mucuri Basins, being the archipelago restricted only to the of Mucuri Basin. The complex is constituted by a basaltic magmatic province, within-plate and of tholleitic to alkaline character, that was implanted on thinned continental crust during the Eocretaceous rift phase. Ar-Ar dating indicates that magmatism happened between 60 and 40 My being correlated to the Paleocene to middle Eocene interval. The reefs are distributed along two great arches subparallel the coast line, a coastal one and an external one. The coralline biostructure comes in the form of pinnacles with characteristic “mushroom” morphology denominated “Chapeirão”, with dimensions that reach more than 25 m of height and more than 50 m of diameter. The bottom sediments are characterized by siliciclastic predominance in the coastal area, and mixed sediments in the area between the arches, all deriving from of the erosion of Formação Barreiras’ tertiary deposits and fluvial sediments. In the offshore carbonatic sediments predominate and derive from the erosion of the reef. Core sediment analysis indicate a succession composed by six units of sedimentation that infer a possible cycle in the four layers that compose the intermediate portion of the core, with characteristic upward thinning of strata and grain-size also fining upwards. The mineralogy indicates deposition in carbonate platform environment, with grain size texturally classified as sandy silt, aragonite deposition prevailing over calcite, with a small reverse close to the top, interpreted as being a function of reduction in the Mg^{2+}/Ca^{2+} ratio, and of the increase in the levels of atmospheric CO_2 at the end of the Pliocene followed by a great increase in the current days, reducing aragonite saturation.

Key-words: Abrolhos Archipelago, sedimentology, Espírito Santo Basin.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
SUMÁRIO	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	VIII
1 OBJETIVOS	1
2 INTRODUÇÃO	1
3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	2
4 FISIOGRAFIA	2
4.1 DESCRIÇÃO DO ARQUIPÉLAGO	2
4.2 MORFOLOGIA DA COSTA ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO	5
4.3 O COMPLEXO RECIFAL DE ABROLHOS	6
4.3.1 <i>O Arco Costeiro</i>	6
4.3.2 <i>O Arco Externo</i>	8
4.4 CLIMA E OCEANOGRAFIA	8
5 GEOLOGIA REGIONAL	9
5.1 O COMPLEXO VULCÂNICO DE ABROLHOS	9
5.2 RESUMO TECTONO-ESTRATIGRÁFICO DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO-MUCURI	11
5.3 OS SEDIMENTOS DA SUPERFÍCIE DE FUNDO	14
6 MATERIAL E MÉTODOS	17
6.1 A COLETA	17
6.2 ABERTURA E PREPARO DO TESTEMUNHO	17
6.3 DESCRIÇÃO DO TESTEMUNHO	20
6.4 AS ANÁLISES	22
6.4.1 <i>Análise de densidade aparente</i>	22
6.4.2 <i>Análise granulométrica</i>	22
6.4.3 <i>Análises mineralógicas</i>	25
6.4.3.1 Mineralogia por espectrometria de infravermelho	25
6.4.3.2 Teor de carbonatos por ataque ácido (descarbonatação)	27
7 RESULTADOS OBTIDOS	29
7.1 DENSIDADE APARENTE	31
7.2 GRANULOMETRIA	31
7.2.1 <i>Diâmetro médio</i>	31
7.2.2 <i>Curtose</i>	33
7.2.3 <i>Grau de seleção</i>	35
7.2.4 <i>Grau de assimetria</i>	36
7.2.5 <i>Curvas de frequência granulométrica</i>	36
7.3 MINERALOGIA	38
8 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS	40
CONCLUSÕES	42
TABELAS	43
CURVAS DE FREQUÊNCIA GRANULOMÉTRICA	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

Lista de figuras

Figura 1 - Mapa de localização do ponto de amostragem na área de estudo.	3
Figura 2 - Foto aérea do arquipélago.	5
Figura 3 - Mapa fisiográfico da região costeira, adjacente ao Arquipélago de Abrolhos.	7
Figura 4 - Diagrama esquemático, mostrando a morfologia, fases de crescimento e coalescência lateral dos "chapeirões".	7
Figura 5 - Mapa geológico com modelo para o arcabouço tectono-magmático da região do Complexo Vulcânico de Abrolhos.	10
Figura 6 - Mapa geológico mostrando a distribuição das rochas vulcânicas e principais feições estruturais da região de Abrolhos.	12
Figura 7 - Afloramento na porção leste da ilha de Santa Bárbara, onde se observam camadas de basaltos intercaladas a camadas de arenitos.	12
Figura 8 - Seção geológica regional entre poços perfurados na região emersa (Caravelas) e plataforma Continental (ilha de Santa Bárbara).	13
Figura 9 - Carta estratigráfica da Bacia do Espírito Santo-Mucuri.	15
Figura 10 - Abertura do testemunho.	18
Figura 11 - Prosseguimento da abertura do testemunho, com o corte longitudinal do testemunhador.	18
Figura 12 - Detalhe do corte longitudinal com serra elétrica manual.	19
Figura 13 - Fotomontagem do testemunho (a), com respectivo diagrama de cor e textura (b), demonstrando os níveis de amostragem para datação com ^{14}C .	21
Figura 14 - Fragmento de concha, coletado para datação com ^{14}C (nível 168-171 cm).	23
Figura 15 - Gastrópode ornamentado coletado para datação com ^{14}C (nível 69 - 74 cm).	24
Figura 16 - Detalhe do nível 170 cm (próximo à base), demonstrando uma granulometria mais grossa e maior teor de bioclastos.	26
Figura 17 - Detalhe do nível 130 cm, demonstrando uma granulometria mais fina e com menor teor de bioclastos.	26
Figura 18 - Testemunho cortado longitudinalmente, onde se observam as cubetas para a análise de densidade aparente.	28
Figura 19 - Diagrama do sistema (software "The Particle Expert"), para análise da granulometria a laser.	28
Figura 20 - Janela do software "Spectrum", demonstrando uma assinatura espectral (nível 130-132 cm).	30
Figura 21 - Assinaturas espectrais de infravermelho, das 10 pastilhas confeccionadas.	30
Figura 22 - Diagramas plotados a partir dos dados obtidos através das análises de granulometria, densidade aparente e teor de carbonatos por ataque com HCl.	32
Figura 23 - Diagrama de teor mineralógico, correlacionando a mineralogia com a granulometria e teor de carbonatos.	34
Figura 24 - Diagrama textural triangular areia-silte-argila, com a aplotagem das análises granulométricas das amostras do testemunho.	34

Lista de tabelas

Tabela 01 - Dados obtidos no método de análise de densidade aparente.	43
Tabela 02 - Dados obtidos no método de análise da descarbonatação por HCl.	45

1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho visa a realização de análises sedimentológicas, tais como granulometria, mineralogia e densidade aparente, do testemunho sedimentar AB05/1, coletado no Arquipélago de Abrolhos, para a obtenção de dados direcionados ao projeto FOCO-PROBIO, buscando-se caracterizar as variações das condições: (i) geoquímicas, através das análises da mineralogia, (ii) de energia através da granulometria e densidade aparente, no ambiente deposicional.

O projeto FOCO-PROBIO objetiva o monitoramento da saúde de ecossistemas recifais costeiros e insulares brasileiros, com base no estudo quantitativo e mapeamento dos padrões de distribuição espacial das frentes de stress de branqueamento dos corais, e plotagem em mapa do índice *FORAM*, utilizando-se prioritariamente de foraminíferos do gênero *Amphistegina* spp. O monitoramento abrange as regiões de: Porto Seguro (BA), APA Costa dos Corais (PE), Fernando de Noronha (PE) e Arquipélago de Abrolhos (BA).

2 INTRODUÇÃO

Por ser uma Área de Proteção Ambiental (APA) estando dentro de uma das unidades do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, fica evidente o número reduzido de testemunhagem nesta área. A oportunidade de se estudar o sedimento marinho quaternário, através de, provavelmente, alguns milhares de anos, acrescentará ao conhecimento científico da área, novos e singulares dados para o entendimento da evolução geológica da região.

Dentre as análises realizadas, buscou-se dar ênfase à mineralogia, onde foram utilizados dois métodos para a determinação dos teores de carbonatos e posterior comparação entre eles, na tentativa de se obter um melhor ajuste dos dados as condições geoquímicas do ambiente deposicional, sendo que as análises mineralógicas foram de vital importância na interpretação da evolução destas condições.

Nos dados granulométricos obtidos foi dada especial atenção ao comportamento granulométrico dos sedimentos, o qual indica uma variação na energia do ambiente.

Foram coletados materiais de quatro níveis ao longo do testemunho, para datação, sendo que seus dados não puderam ser inseridos neste trabalho por falta de tempo hábil para o término de suas análises, o qual será uma ferramenta de grande valor para a amarração geocronológica dos dados obtidos neste trabalho.

Também foram coletados materiais para posterior análise dos foraminíferos e comparação com os dados geoquímicos.

3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O arquipélago está inserido na plataforma continental, a aproximadamente 60 km a leste da cidade de Caravelas Bahia, na porção norte do banco de Abrolhos, e localizado na Bacia Sedimentar de Mucuri (Mohriak, 2006).

A amostragem foi realizada, no recife de coral denominado “Chapeirão do Pierre”, no Arquipélago de Abrolhos, aproximadamente 2 km a leste da ilha de Santa Bárbara, nas coordenadas 17,96278017° S / 38,67018271° W, a 23 m de profundidade, segundo Barbosa *et al.* (2006) (Figura 1).

4 FISIOGRAFIA

4.1 DESCRIÇÃO DO ARQUIPÉLAGO

Segundo Leão (2002), o Arquipélago de Abrolhos é formado de cinco ilhas constituídas de rochas vulcânicas e sedimentares denominadas de ilha de Santa Bárbara, ilha Redonda, ilha Siriba, ilha Sueste e ilha Guarita (Figuras 1 e 2). Sendo que a maior delas, a ilha de Santa Bárbara, possui aproximadamente 1 km de extensão E-W, 300 m de largura e altitude máxima de 35 m, ocorrendo nos lados norte e sul, praias areno-seixosas, onde seus elementos clásticos

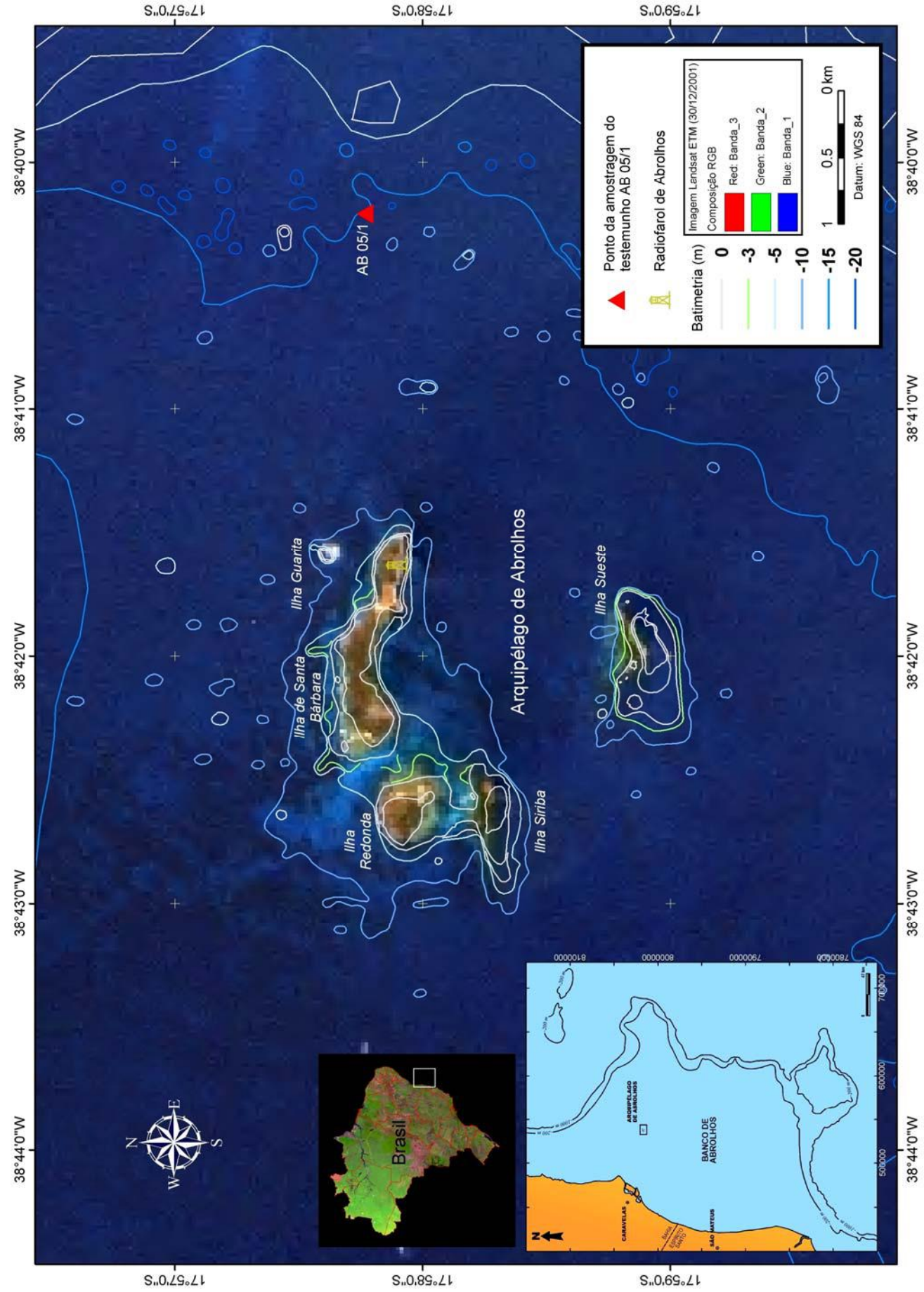


Figura 1 - Mapa de localização do ponto de amostragem na área de estudo, no Arquipélago de Abrolhos, modificado de Barbosa et al. (2006), mapa do Banco de Abrolhos modificado de Sobreira & França (2006), mapa do Brasil em mosaico de Imagens Landsat 7 ETM+ e Landsat 5 TM, retirado do site Brasil Visto do Espaço da EMBRAPA (2004).

são compostos de uma mistura de restos carbonáticos, grãos de quartzo e fragmentos líticos. A partir da ponta oeste para o sul da ilha, ocorrem recifes em franja, cobrindo aproximadamente dois terços de sua costa.

Com cerca de 400 m de diâmetro e 36 m de altitude, situa-se a ilha Redonda, a oeste da ilha de Santa Bárbara, sendo separadas por um canal de cerca de 4 m de profundidade, com recifes em franja bordejando sua costa sudeste. Já a ilha Siriba possui 300 m de extensão E-W, 100 m de largura e 16 m de altitude, estando localizada ao sul da ilha Redonda, sendo separadas por um canal com profundidades inferiores a 4 m. Na porção mais ao sul do arquipélago situa-se a ilha Sueste com cerca de 500 m de extensão, 200 m de largura e 15 m de altitude. As duas ilhas, Siriba e Sueste, não possuem, nos seus arredores, recifes desenvolvidos, mas sim chapeirões isolados, alguns atingindo 15 m de altura no canal que as separa, onde suas profundidades alcançam 20 m (Leão, 2002).

A pequena ilha Guarita possui cerca de 100 m de largura NE-SE e 13 m de altitude, e dista aproximadamente 250 m na direção norte, da ilha de Santa Bárbara. É formada por rochas vulcânicas, não possui praias arenosas, mas comunidades recifais crescem em seus afloramentos rochosos (Leão, *op. cit.*).

No Complexo Recifal de Abrolhos ocorrem recifes de corais, ilhas vulcânicas, bancos rasos e canais submarinos, ocupando uma área de aproximadamente 6.000 km² na porção norte do banco de Abrolhos, o qual representa a segunda maior área de extensão da plataforma continental com 246 km, em frente à cidade de Caravelas, atingindo sua extensão máxima de 350 km no golfo Amazônico e mínima no nordeste em frente à cidade de Salvador, onde atinge 8 km, segundo Leão (2002) e Palma (1984).

A superfície da plataforma interna do banco de Abrolhos é plana e suave, estando a ocorrência dos canais e bancos ligada diretamente às plataformas média e externa. Os primeiros possuem uma gênese relativa a última regressão pleistocênica, quando da exposição



Figura 2 - Foto aérea do arquipélago, com vista em direção ao local de amostragem, modificado de Leão (2002).

subaérea do banco de Abrolhos, tendo sido sua superfície dissecada por um sistema fluvial que teria encontrado seu nível de base na chamada Depressão de Abrolhos, porção sul do banco, depositando sedimentos terrígenos. Essa sedimentação terrígena foi substituída por uma sedimentação carbonática marinha durante a transgressão sucessiva Vicalvi *et al.* (1978 *apud* Leão, 2002).

4.2 MORFOLOGIA DA COSTA ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO

Segundo Leão (2002), na porção norte da costa, lateralmente aos arcos recifais ocorrem falésias da Formação Barreiras, alternando-se com encostas, pequenas praias arenosas e ambientes pantanosos. A carga de sedimentos, do rio Jucuruçu, é uma mistura de areias compostas de quartzo e fragmentos de conchas de moluscos. Da foz desse rio até a ponta da Baleia, a costa se apresenta, na forma de um longo cordão litorâneo, onde é cortado

apenas pelo rio Itanhaém, onde essa ponta é uma feição resultante, da progradação de sedimentos, provavelmente produzida pela confluência das correntes de deriva litorânea com os complicados padrões hidrográficos da região, os quais resultam da presença dos recifes muito próximos da costa (Figura 3).

Na porção sul, entre os rios Caravelas e Peruípe, ocorrem canais de marés, numa extensa área de pântanos e manguezais. A energia do ambiente costeiro é baixa, pela influência dos recifes mais próximos da costa, que por sua vez promovem a dissipação da energia das ondas. Ainda assim, as águas possuem grande quantidade de sedimento em suspensão, provavelmente pela influência da descarga fluvial dos rios citados acima (Leão, *op. cit.*).

4.3 O COMPLEXO RECIFAL DE ABROLHOS

De acordo com Leão (2002) o Complexo Recifal de Abrolhos possui a mais extensa área de construções coralinas do Brasil e de todo oceano Atlântico Sul. Os recifes estão distribuídos em dois grandes arcos subparalelos a linha de costa, um costeiro e um externo, separados por um canal com profundidades que variam entre 20 e 30 m (Figura 3). A bioestrutura coralina se apresenta na forma básica de pináculos com morfologia de cogumelos. Essa morfologia foi denominada por Hartt (1870 *apud* Leão, 2002) como “Chapeirão”, com dimensões que variam de 1 a mais de 25 m de altura e 1 a mais de 50 m de diâmetro. Seu crescimento pode atingir o nível do mar, sendo o topo mais pronunciado no lado a barlavento (Figura 4).

4.3.1 O Arco Costeiro

Este arco se situa a cerca de 10 a 20 km da costa e constitui-se de um complexo de bancos recifais e chapeirões isolados de dimensões variadas. Esses bancos recifais com dimensões de 1 a 20 km são formados pela coalescência de seus topos, influenciada pela sua

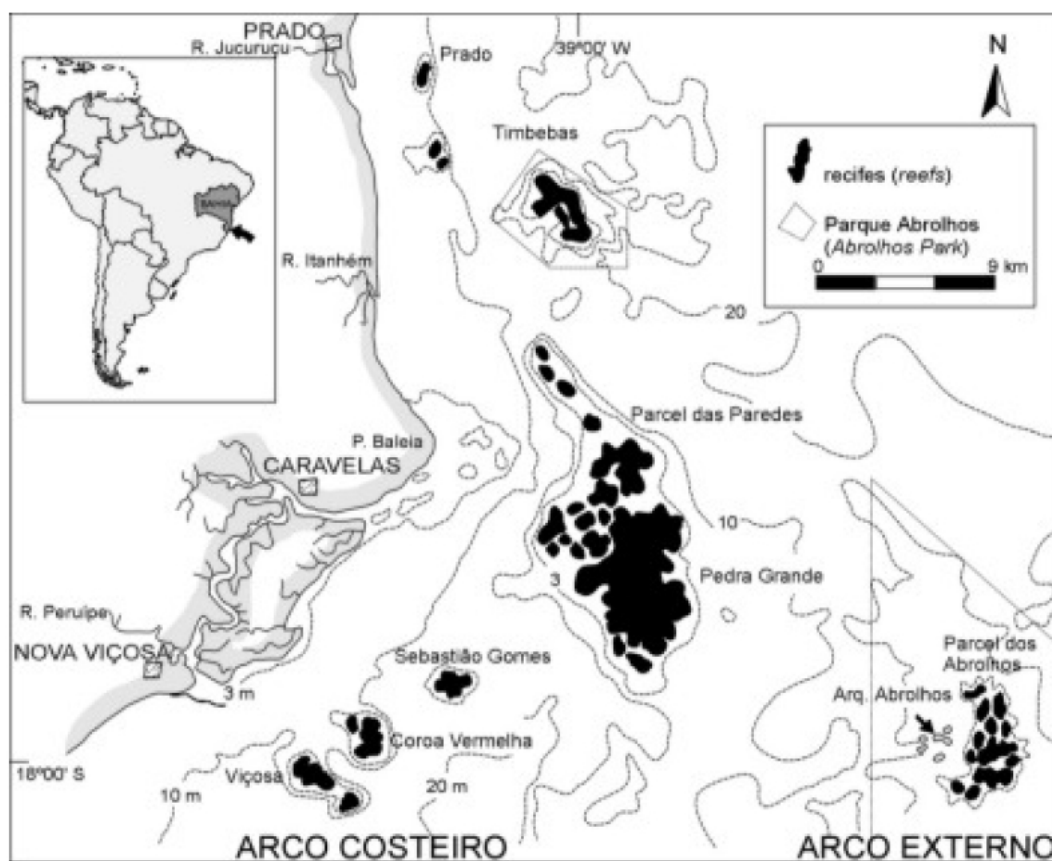


Figura 3 - Mapa fisiográfico da região costeira, adjacente ao Arquipélago de Abrolhos, mostrando o posicionamento dos arcos recifais em relação à mesma, retirado de Leão (2002).

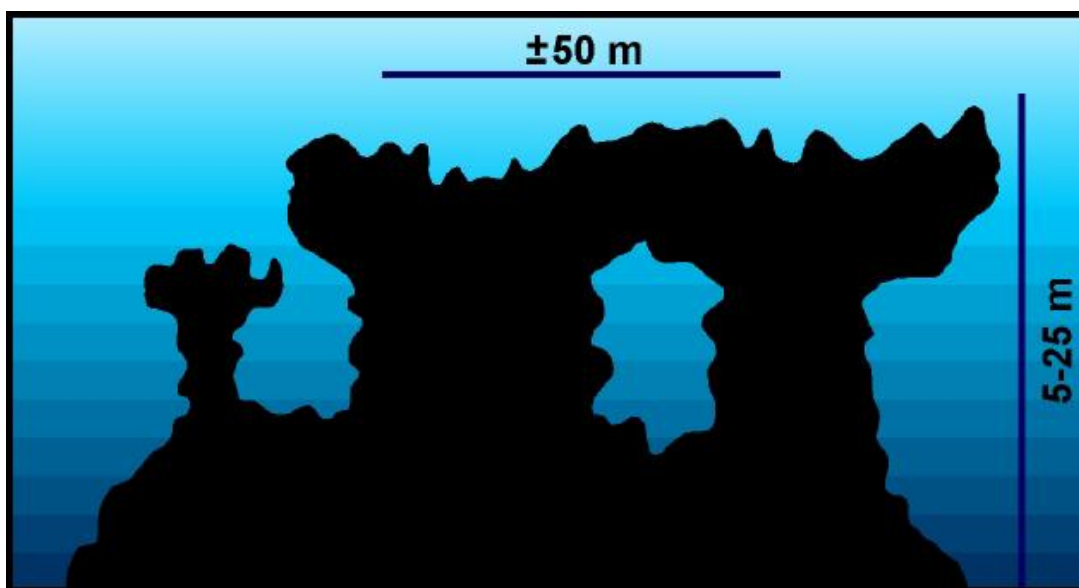


Figura 4 - Diagrama esquemático, mostrando a morfologia, fases de crescimento e coalescência lateral dos "chapeirões", retirado de Leão (2002).

proximidade. Nos locais onde essa coalescência não ocorre, isto é, em suas partes inferiores, formam-se galerias submarinas, em que suas dimensões são suficientemente grandes para a passagem de um mergulhador (Leão, *op. cit.*).

4.3.2 O Arco Externo

Constituindo o Parcel dos Abrolhos, este arco se situa a cerca de 70 km da costa, e é formado por recifes em franja ao redor das ilhas do arquipélago e chapeirões gigantes isolados, em profundidades que ultrapassam 25 m, região da coleta do testemunho AB05/1. Esses recifes em franja são formados apenas por uma construção superficial de organismos, sobre um substrato constituído de rochas vulcânicas ou sedimentos estáveis. Dentre os organismos construtores, contam-se os corais, algas coralinas e vários outros organismos encrustantes, sendo suas cavidades internas preenchidas por cimento carbonático marinho (Leão, 2002).

4.4 CLIMA E OCEANOGRAFIA

Segundo Nimer (1989 *apud* Leão, 2002), a costa leste do Brasil possui um clima úmido com temperaturas medias que variam entre 27 °C no verão e 24 °C no inverno, sendo a região costeira adjacente ao Arquipélago de Abrolhos, possuidora de uma precipitação média anual de 1750 mm, onde os meses de março, abril e maio alcançam o maior índice pluviométrico, detendo 35 % de toda precipitação anual, sendo igual a 612 mm.

Abrolhos está situado na parte sul da área dos ventos alísios, possuindo este sistema de ventos, duas direções principais: NEE durante a primavera e verão, e SE durante o outono e inverno Nimer (1989 *apud* Leão, 2002).

Segundo dados da US NAVY (1978 *apud* Leão, 2002), a temperatura na superfície da água, varia mensalmente entre 24,5 °C em agosto e 27,5 °C em março.

Na área ocorrem duas seqüências de ondas, as quais coincidem com os regimes de ventos, tais como: ondas que ocorrem durante a primavera e verão, sendo conduzidas pelos ventos de NEE, chegando a alcançar amplitudes de 1 m e períodos de 5 s. Esta seqüência de ondas provoca um transporte de sedimento, por deriva litorânea, com sentido para o sul, na parte norte da ponta da Baleia. Já na seqüência de outono e inverno dominam as ondas provenientes dos quadrantes de SE-SSW, com amplitudes de 1,5 m e períodos de 6,5 s, produzindo um transporte com sentido para norte, na parte sul da ponta da Baleia (US NAVY, *op. cit.*) (Figura 3).

As marés se apresentam semidiurnas com amplitude máxima de 2,3 m na sizígia e 0,5 m na quadratura, sendo que suas correntes dirigem-se de sul para norte com um intervalo de 1 h e 45 min. a partir de Mucuri para as ilhas de Abrolhos e Cumuruxatiba.

No banco de Abrolhos a corrente do Brasil possui uma direção geral N-S. Durante um experimento realizado por Meyerhöfer & Marone (1996 *apud* Leão, 2002), provou-se a importância das correntes de marés, superimpostas ao fluxo da corrente do Brasil, sugerindo que as trocas de sedimentos entre os dois arcos são muito mais significativas que entre a costa e os recifes.

5 GEOLOGIA REGIONAL

5.1 O COMPLEXO VULCÂNICO DE ABROLHOS

Segundo Sobreira & França (2006) a área em estudo está inserida no Complexo Vulcânico de Abrolhos, o qual abrange as bacias: do Espírito Santo, Cumuruxatiba e Mucuri, e é constituída por uma província magmática basáltica, intraplaca, implantada sobre crosta continental estirada durante a fase rifte no Eocretáceo (Neocomiano) (Figura 5).

São reconhecidos dois eventos vulcânicos distintos: o primeiro de idade Neocomiana/Barremiana, determinada pelo método K-Ar (118 a 136 Ma.), de caráter

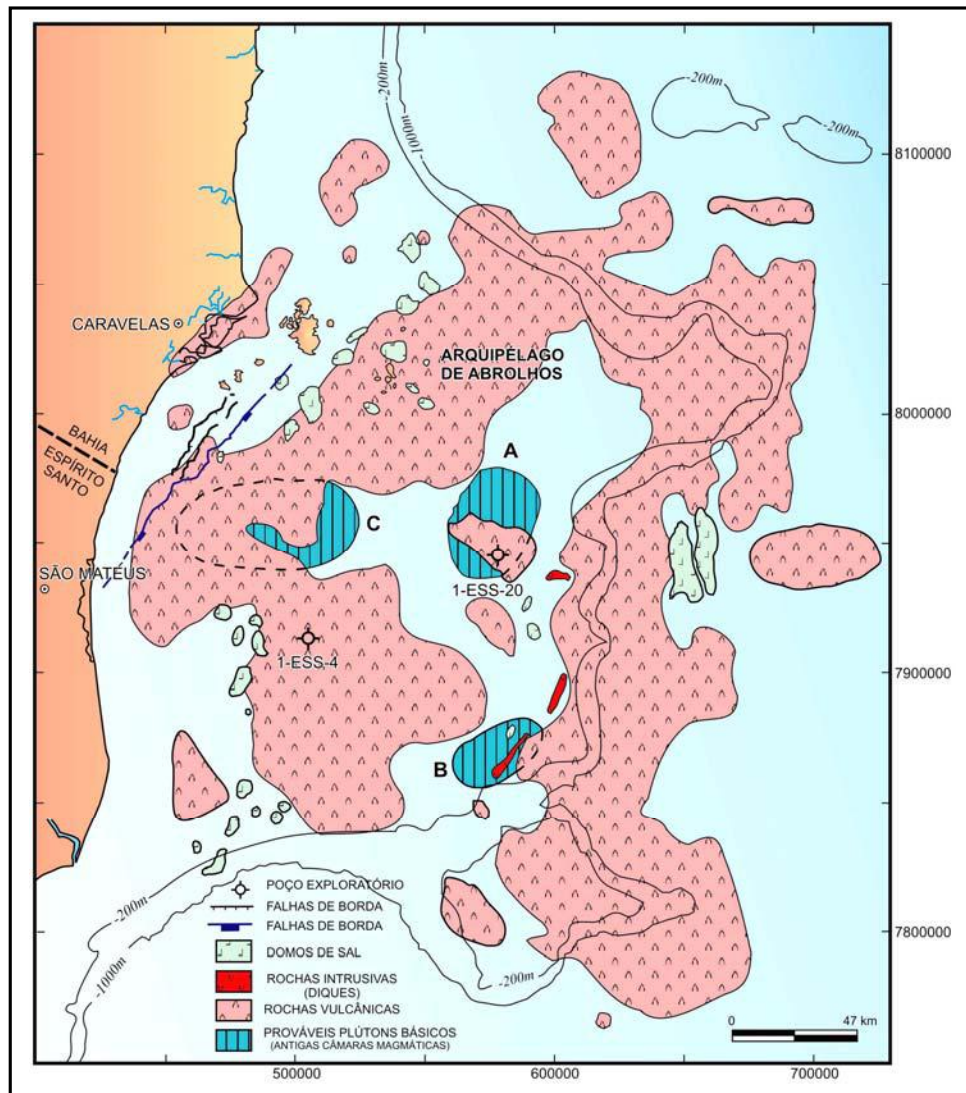


Figura 5 - Mapa geológico com modelo para o arcabouço tectono-magmático da região do Complexo Vulcânico de Abrolhos, onde se observa sua influência na extensão da plataforma, retirado de Sobreira & França (2006).

toleítico sendo composto pelos derrames da Formação Cabiúnas. O segundo de idade Paleocênica/Mesoeocênica, determinada pelo método Ar-Ar (60 a 40 Ma.), de caráter subalcalino a alcalino, sendo constituído pelas intrusivas e vulcanoclásticas (autoclásticas e piroclásticas) da Formação Abrolhos.

Mohriak (2006) descreve as rochas sedimentares aflorantes no arquipélago como arenitos grosseiros e conglomerados em canais, arenitos com estratificação concordante e

localmente discordante com rochas vulcânicas, siltitos e folhelhos, ocorrendo esses arenitos em espessas camadas de estrutura maciça, e geometria externa lobada, sobrepostos a ritmitos, sendo interpretados como prováveis depósitos de fluxos hiperpicnais, em ambiente deposicional de plataforma média a batial superior. A Figura 6 exemplifica o tipo de afloramento ocorrente nas ilhas, com camadas basálticas alteradas e fragmentadas cobrindo arenitos finos a conglomeráticos, com mergulho bem marcante. Os estudos tectônicos indicam um evento compressional, estando ligado provavelmente à tectônica halocinética, o qual afetou as camadas sedimentares, criando discordâncias angulares que atingem até ao Neogeno.

Segundo Mohriak (*op. cit.*), foram encontradas rochas basálticas em profundidades de cerca de 1000 m, no poço Cst-1-BA, perfurado em 1958 na região emersa da Bacia de Mucuri, próximo a Cidade de Caravelas, e 1400 m de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas, a uma profundidade de cerca de 500 m no poço 2-SBST-1-BA perfurado em 1961, na região da ilha de Santa Bárbara. Cordani (1970) interpreta uma continuidade, entre as rochas vulcânicas do poço próximo a Caravelas (Cst-1-BA) e as rochas vulcânicas do poço da ilha de Santa Bárbara (2-SBST-1-BA), onde estariam soerguidas na região desta última (Figura 7).

5.2 RESUMO TECTONO-ESTRATIGRÁFICO DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO-MUCURI

Segundo Vieira *et al.* (1994) esta bacia se localiza no domínio costeiro, na plataforma continental do Estado do Espírito Santo e porção sul da Bahia (Figura 8). Caracteriza-se por uma extensão de 20.000 km², tendo evoluído sobre um embasamento composto de terrenos ígneos e metamórficos pré-cambrianos pertencentes à Província Mantiqueira, o qual foi intrudido pelos diques de diabásio jurássicos de orientação NW-SE da Suíte Fundão, segundo Silva *et al.* (1987 *apud* Vieira *et al.*, 1994).

Inicialmente na fase rifte, um episódio extrusivo de basaltos toleíticos e rochas vulcanoclásticas da Formação Cabiúnas, de idade neocomiana-barremiana, acumulou-se conjuntamente aos sedimentos iniciais da bacia (Milani *et al.* 2000) (Figura 9).



Figura 6 - Afloramento na porção leste da ilha de Santa Bárbara, onde se observam camadas de basaltos alterados, intercaladas a camadas de arenitos, típico das ilhas do arquipélago, retirado de Mohriak (2006).

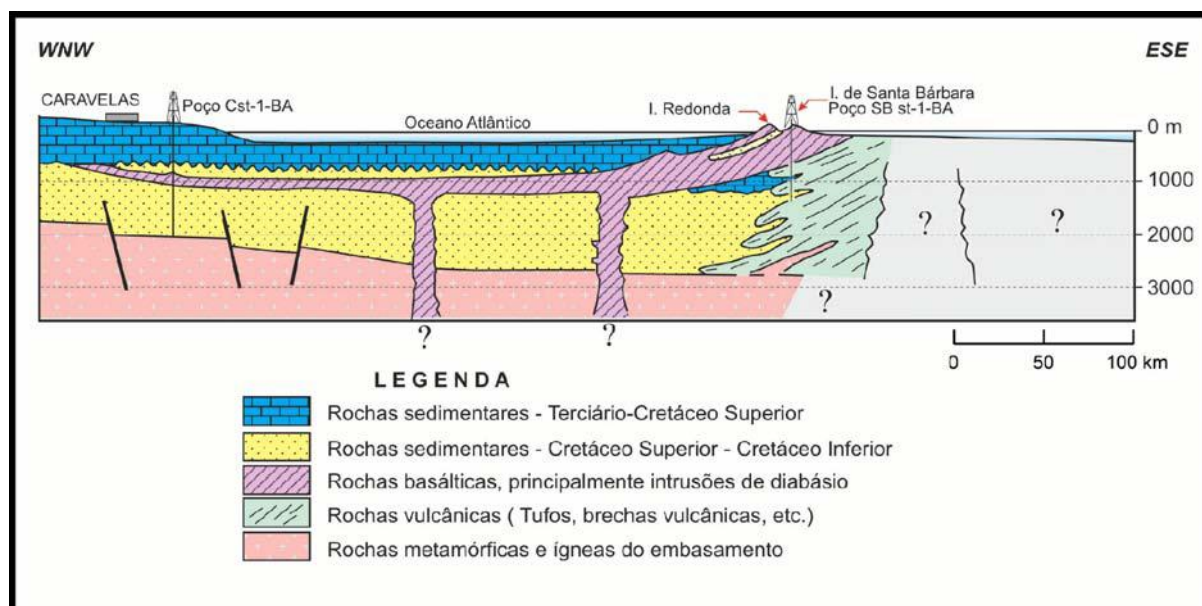


Figura 7 - Seção geológica regional entre poços perfurados na região emersa (Caravelas) e plataforma continental (ilha de Santa Bárbara), modificado de Cordani (1970 apud Mohriak, 2006).

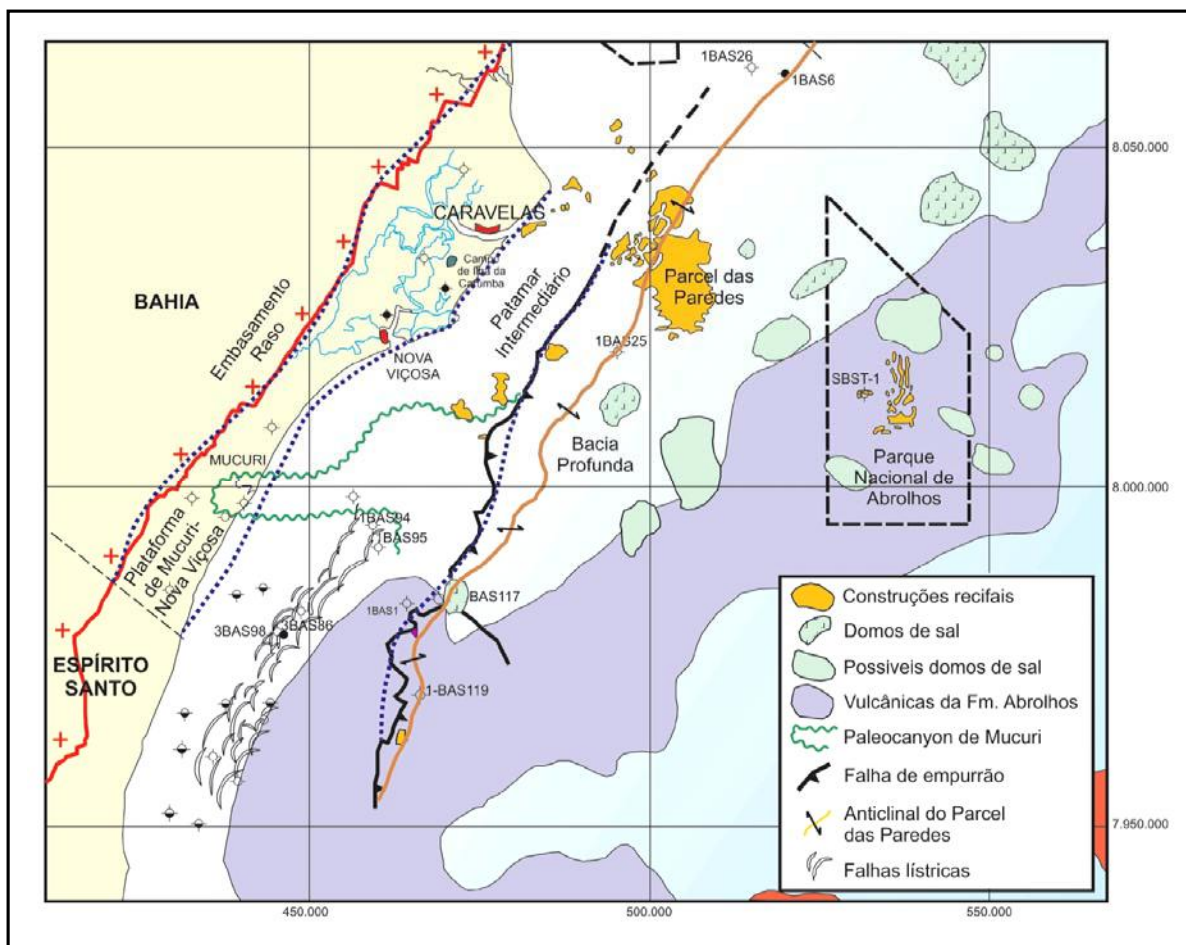


Figura 8 - Mapa geológico mostrando a distribuição das rochas vulcânicas e principais feições estruturais da região de Abrolhos, retirado de Sobreira (1996) e França (2004) apud Mohriak, (2006).

A Formação Cricaré compreende o pacote sedimentar sinrifte da bacia, possuindo espessura estimada em 5.000 m, sendo composta de arenitos, conglomerados continentais, dolomitos e coquinas, associados a folhelhos ricos em carbono orgânico. Esta sequência acomodou-se, em depressões falhadas de orientação geral N-S a NE-SW, limitadas por falhamentos normais sintéticos, possuindo limite superior discordante, sendo sucedida pelos sedimentos de natureza transicional da Formação Mariricu (Neoaptiano). Esta formação é composta por arenitos grossos arcossianos, conglomerados, e folhelhos (Membro Mucuri) recobertos pelo Membro Itaúnas, compreendido por um pacote de evaporitos e folhelhos negros (Milani *et al.* 2000).

A fase marinha aberta na Bacia do Espírito Santo-Mucuri está representada pelo Grupo Barra Nova de idade albian, e pelo Grupo Espírito Santo, que compreende o intervalo Cenomaniano ao Recente, consistindo o primeiro de arenitos grossos de fácies marinha marginal, Formação São Mateus, que gradam para carbonatos no sentido do mar (Formação Regência). O segundo é caracterizado por uma clássica seqüência plataformar progradacional, constituída por uma fácies arenosa proximal, Formação Rio Doce, intercalada aos carbonatos da Formação Caravelas. Distalmente o conjunto torna-se pelítico, junto ao talude e à bacia profunda (Formação Urucutuca), segundo Milani *et al.* (*op. cit.*).

No Cenozóico ocorre um importante episódio magmático, o qual definiu a Formação Abrolhos, onde foram gerados grandes rearranjos estruturais na bacia. A Formação Abrolhos corresponde a rochas vulcânicas e vulcanoclásticas, sub-alcalinas a alcalinas, extrudidas durante o intervalo Paleoceno-Eoceno (60 a 40 Ma.). Os sedimentos carbonáticos da Formação Caravelas e os folhelhos da Formação Urucutuca ocorrem intercalados a corpos ígneos, sendo que a acumulação de grandes volumes de magma na porção externa da plataforma continental, trouxe complicações ao quadro halocinético, gerando um padrão característico de estruturas compressãoais, de acordo com Milani *et al.* (*op. cit.*).

5.3 OS SEDIMENTOS DA SUPERFÍCIE DE FUNDO

Segundo Leão (2002), em Abrolhos ocorre uma transição de fácies sedimentares, que se caracteriza pela predominância de sedimentos siliciclásticos, na zona costeira, e de sedimentos carbonáticos no *offshore*, provenientes da erosão dos organismos recifais. Ocorrem assim três tipos de fácies sedimentares: areias quartzosas ao longo da costa; sedimentos mistos na área entre os arcos recifais costeiro e externo; e material biogênico predominante nas áreas dos recifes (Figura 3).

Conforme Leão (1982) e Leão & Ginsburg (1997), a composição mineralógica dos sedimentos siliciclásticos compreende quartzo, mica, raros grãos de feldspato e

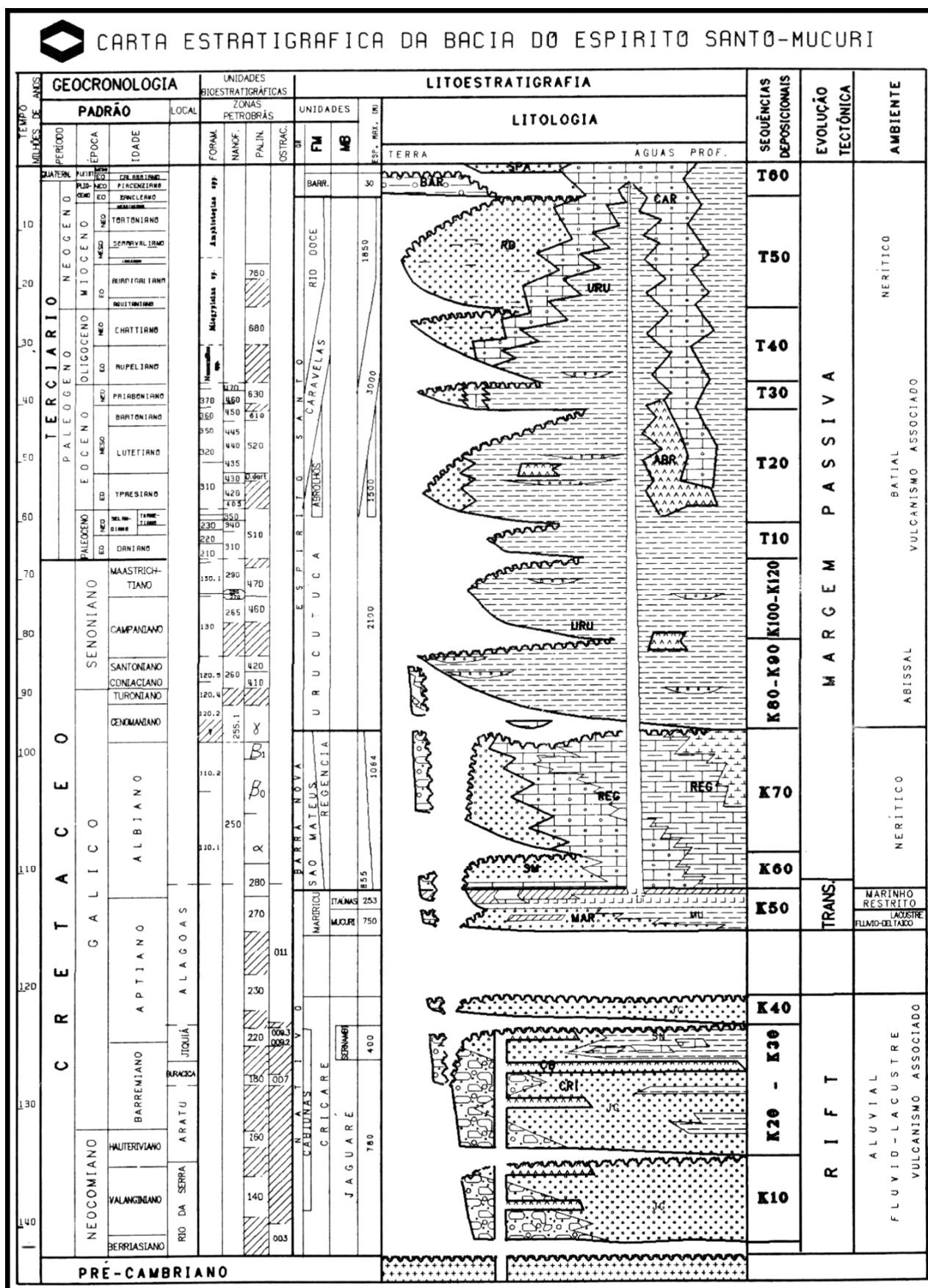


Figura 9 - Carta estratigráfica da Bacia do Espírito Santo-Mucuri, retirado de Vieira et al. (1994).

argilominerais, tais como, caolinita e illita. As origens desses sedimentos estão (i) no retrabalhamento do material clástico proveniente da erosão dos depósitos terciários da Formação Barreiras, aflorante ao longo da costa; (ii) e nos sedimentos fluviais, que chegam a alcançar os recifes costeiros, transportados pelas correntes de deriva litorânea.

Os sedimentos carbonáticos que circundam os recifes, caracterizam-se por uma origem bioclástica de natureza esquelética: que derivam da ruptura da estrutura recifal, onde são mais comuns os fragmentos de corais, miléporas e algas coralinas; e também originados dos organismos que compõem a fauna e flora viventes nas proximidades dos recifes, compreendendo conchas de moluscos e ostracodes, testas de foraminíferos, algas calcárias e plaquetas de equinodermas. O sedimento fino carbonático é gerado pela ruptura das estruturas recifais e pela desagregação das partes calcárias de algas verdes e vermelhas (Leão, 2002).

Segundo Barbosa *et al.* (2006) os sedimentos de fundo apresentam-se com diferentes características nos regimes de verão e inverno. Sendo que os dados retirados do projeto FOCO indicam no verão, alta porcentagem de areia a leste e oeste do arquipélago (em torno de 100 %), com baixas porcentagens restritas as porções norte e sul da ilha de Santa Bárbara (17,4 %) e NE da ilha Sueste (0 %), podendo representar a ação de correntes marinhas de sul. Os teores de matéria orgânica se mostram elevados na porção SSE próximo à ilha de Santa Bárbara (5,48 %) e “Chapeirão do Pierre” (5,73 %). Já os teores de carbonatos mostram-se altos no entorno do arquipélago (98,00 %), baixos a NE da ilha de Santa Bárbara (55,33 %) e intermediários entre as ilhas Redonda e Sueste (71,17 %). No inverno a porcentagem de areia se apresenta alta na porção sul da ilha de Santa Bárbara (em torno de 100 %), sendo os teores de carbonatos se apresentam mais baixos a oeste do arquipélago (84,78 %) e os teores de matéria orgânica não apresentam valores máximos associados às estações com esses teores baixos de carbonatos, ao contrário do que se esperaria, sendo os maiores teores encontrados a leste (6,59 %), juntamente com os altos teores de carbonatos.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 A COLETA

A amostragem foi realizada em 16/07/2005, a Leste do Arquipélago de Abrolhos no recife de coral denominado “Chapeirão do Pierre”, (17,96278017° S / 38,67018271° W), a 23 m de profundidade, o qual está inserido no arco recifal externo (Figuras 1 e 2).

Para a testemunhagem foram necessários 3 mergulhos, sendo o primeiro de escolha e marcação do local adequado, um segundo para cravar e o final para sacar o testemunho. Todos os mergulhos foram conduzidos de modo a minimizar os riscos inerentes à operação e seguindo as tabelas de descompressão da NAUI. A equipe de mergulho foi constituída pelos Ds.Sc. José Carlos Sícoli Seoane e Renato Campello Cordeiro, apoiados na água pelos M.Sc. Patrícia Silva e Rodrigo Portilho Ramos e na embarcação pela Ph.D. Cátia F. Barbosa, coordenadora do Projeto FOCO, e mestranda Carine Machado de Almeida, além da tripulação do Maria-Maria.

O local selecionado encontra-se a cerca de 10 m do “chapeirão” propriamente dito, em fundo plano constituído por sedimento carbonático lamoso. Foi utilizado um testemunhador de PVC cilíndrico, de 2,50 m de comprimento e 0,08 m de diâmetro, introduzido por cravação e percussão manual com marreta de borracha. Foram aproveitados cerca de 1,95 m do testemunhador, sendo os 0,55 m restantes descartados por ficarem fora do substrato, servindo de apoio para cravar e sacar o testemunho.

6.2 ABERTURA E PREPARO DO TESTEMUNHO

A abertura do testemunho foi realizada com serra elétrica manual circular, sendo o testemunhador e testemunho inseridos em um suporte de madeira, esse suporte ou “caixa de abertura” foi projetado para acomodar a serra elétrica, orientando a passagem da lâmina no ato do corte (Figuras 10, 11 e 12).



Figura 10 - Abertura do testemunho, primeiramente a retirada da tampa. Com o Prof. D.Sc. José Carlos Sicoli (à esquerda), o Prof. Ph.D. Bruno Turcq (à direita) e o graduando Gerson Fermino.



Figura 11 - Prosseguimento da abertura do testemunho, com o corte longitudinal do testemunhador. Nota-se a “caixa de abertura” como suporte e guia. A esquerda Maurício Domingues auxilia no processo.



Figura 12 - Detalhe do corte longitudinal com serra elétrica manual.

Foram realizados dois cortes longitudinais a 180° um do outro no testemunhador, sendo o testemunho sedimentar dividido longitudinalmente em duas metades com linha de nylon 0,90 mm, e serra manual para os níveis que apresentavam conchas, tendo sido recuperados 1,79 m de comprimento do testemunho, no qual foram desconsiderados os primeiros 8 cm do topo do mesmo, para o fatiamento e amostragem da granulometria, e os outros primeiros 6 cm para a amostragem da densidade aparente, pois o topo do mesmo se encontrava em posição inclinada (Figura 13 (a)).

Foi realizado um fatiamento transversal de 2 em 2 centímetros ao longo do testemunho em uma das metades, perfazendo um total de 90 fatias ou amostras, para as análises dos teores de matéria orgânica e carbonatos, ficando a outra metade para as análises de granulometria densidade aparente e foraminíferos.

Para datação com ^{14}C foram coletados materiais de quatro níveis ao longo do testemunho (Figuras 13 (b), 14 e 15), nos níveis:

- 10-11 cm – sedimento
- 69-74 cm – gastrópode
- 124-125 cm – sedimento
- 168-171 cm – fragmento de concha

sendo que seus dados não puderam ser inseridos neste trabalho por falta de tempo hábil para o término de suas análises, ficando disponíveis para futuros trabalhos.

6.3 DESCRIÇÃO DO TESTEMUNHO

O testemunho é constituído principalmente de sedimentos carbonáticos ricos em bioclastos, possuindo um baixo teor de siliciclásticos e matéria orgânica, sendo observados: conchas de gastrópodes e bivalves, fragmentos de corais, tubos de poliquetas, dentes de peixes e espículas de esponjas, ao que foi verificado visualmente uma diminuição nos teores de bioclastos e matéria orgânica, em direção ao topo (Figuras 16 e 17).

Foi observada uma marca de cor ocre, relativa a oxidação, na superfície interna do testemunhador, no nível de topo do testemunho.

A cor dos sedimentos foi descrita com auxílio da USGS soil color chart mostrando tons de 5Y7/2 light grey nos primeiros 20 cm, e 5Y7/1 light grey no restante do testemunho, sendo notado um clareamento em direção ao topo, demonstrado pela diminuição no teor de matéria orgânica.

A textura observada mostra um *fining upward* variando gradacionalmente de areia média na base até silte grosso no topo.

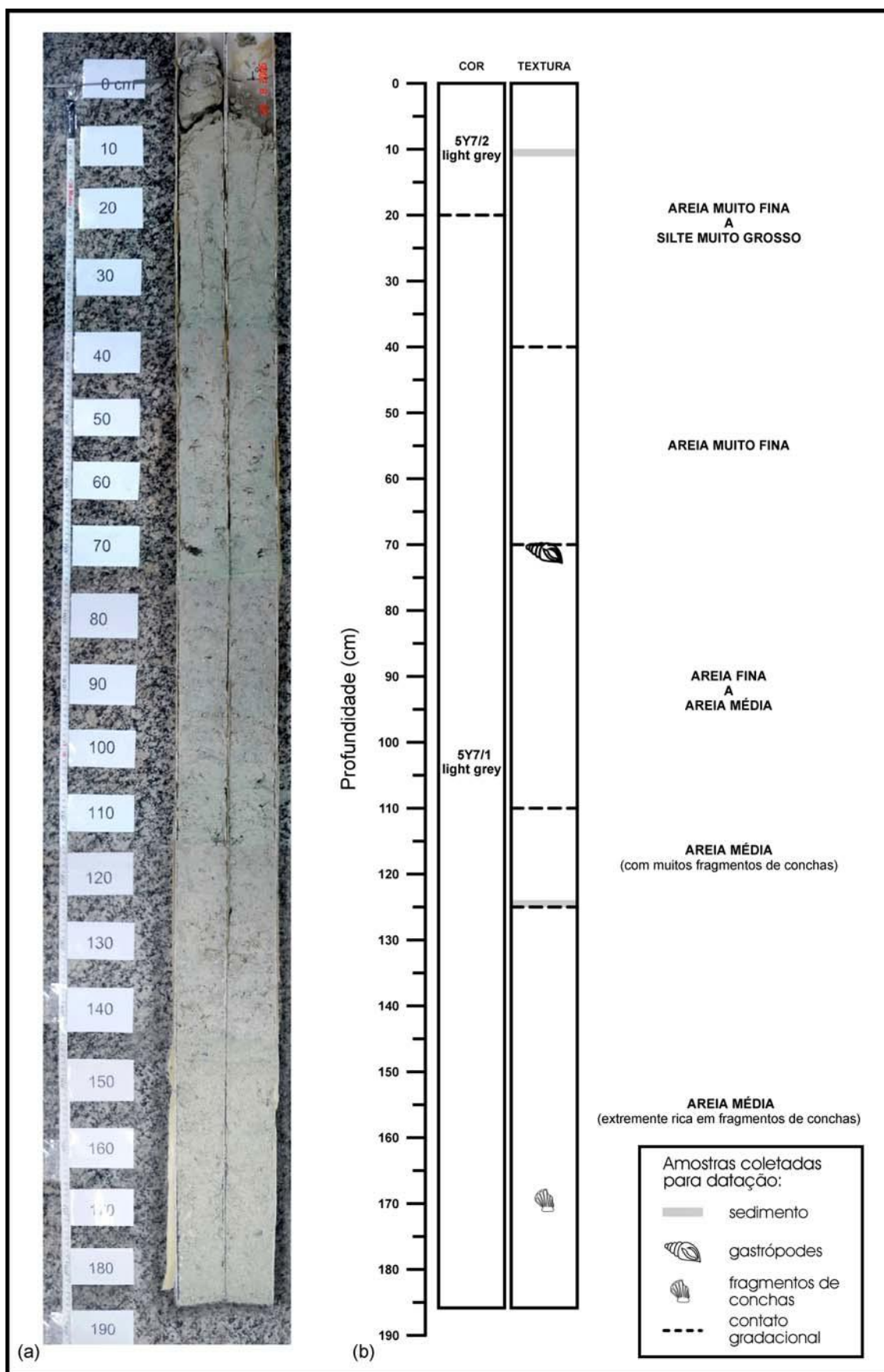


Figura 13 - Fotomontagem do testemunho (a), com respectivo diagrama de cor e textura (b), demonstrando os níveis de amostragem para datação com ^{14}C .

6.4 AS ANÁLISES

6.4.1 Análise de densidade aparente

A amostragem de material para a análise de densidade aparente foi realizada em cubetas de polipropileno, com volume de 8,2 cm³, em intervalos de 2,3 em 2,3 cm, iniciando em 6 cm a partir do topo do testemunho (Figura 18). O conjunto cubeta mais sedimento úmido foi pesado em balança de cinco casas decimais no ato do preparo, e secado a 50 °C durante 72 h, sendo pesado da mesma forma, alternando a pesagem e secagem a cada 12 h, até se atingir peso constante a terceira casa decimal (Tabela 1). A análise de densidade aparente é um importante indicador da quantidade de água contida nas amostras e também serve para caracterizar variações mineralógicas.

6.4.2 Análise granulométrica

A análise granulométrica foi realizada em um Analisador de Partículas a Laser modelo CILAS 1064L e seu respectivo software “The Particle Expert”, consistindo o processo de análise, na incidência e dispersão de um feixe de laser incidente em uma célula de material transparente, por onde é bombeado um fluxo de geometria laminar, de 500 µm de espessura de água destilada e sedimento, determinando as frações granulométricas entre 0,002 e 500 µm.

O software utilizado foi o “Gradistat” versão 4.0 (pacote estatístico para “Microsoft Excel”) que fornece automaticamente diversos dados como grau de selecionamento, assimetria, curtose, diâmetro médio, mediana, tanto pelo método dos momentos quanto pelo método de Folk & Ward (1957), o qual foi utilizado também, para análise e plotagem do diagrama triangular de areia-silte-argila, com escala granulométrica adotada comparada com as previamente utilizadas por Udden (1914), Wentworth (1922) e Friedman & Sanders (1978), sendo os diagramas de distribuição granulométrica plotados a partir do software “The



Figura 14 - Fragmento de concha, coletado para datação com ^{14}C (nível 168-171 cm).

Particle Expert”, estando os parâmetros estatísticos sedimentares analisados de acordo com Folk & Ward (1957), Suguio (1973) e Folk (1974a).

O procedimento consistiu na pesagem de 2,00 g de sedimento, em balança de duas casas decimais, e posterior peneiramento, realizado em peneira com malha de 500 μm , para a eliminação de partículas que ultrapassem a capacidade de trabalho do aparelho. No presente, estudo a fração maior que 500 μm foi desprezada, não consistindo todavia um volume que

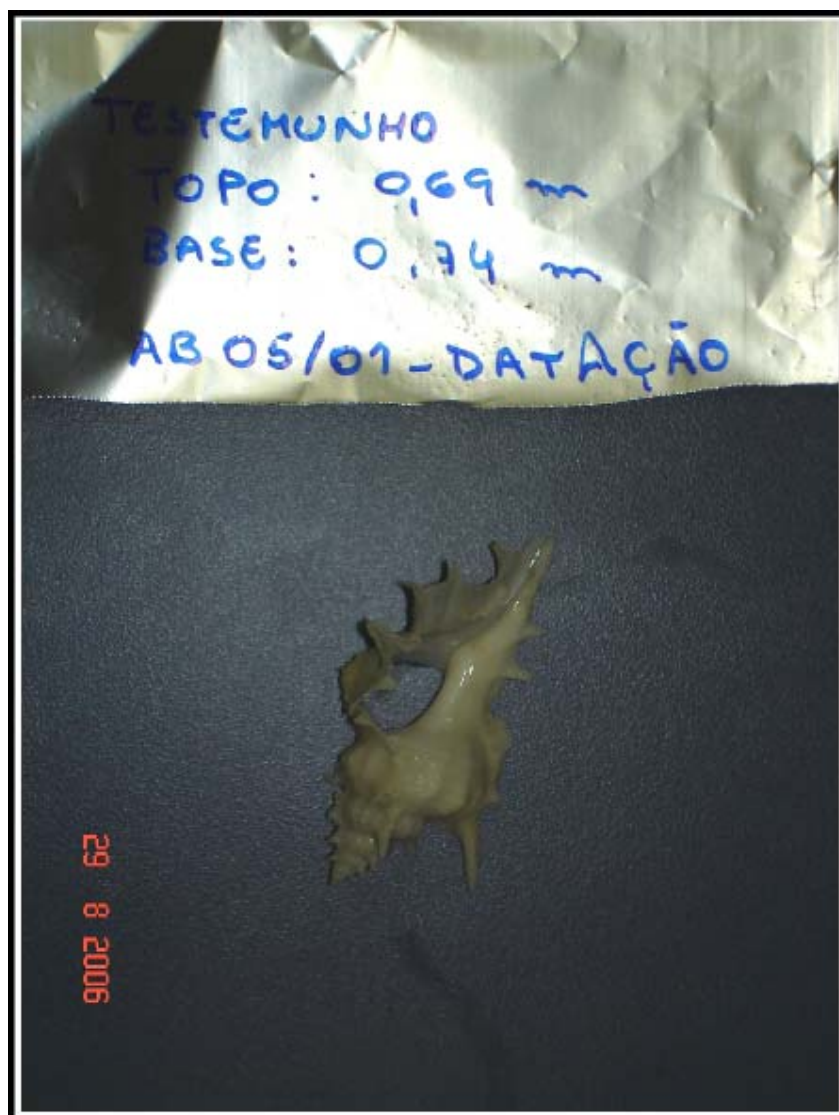


Figura 15 - *Gastrópode ornamentado* coletado para datação com ^{14}C (nível 69 - 74 cm).

pudesse causar distorção na análise estatística da granulometria, isto é, superior a 5 % do total, Blott (2001). No passo seguinte a amostra foi introduzida no recipiente do analisador, onde foi adicionada água destilada, sendo o sedimento agitado e posto em suspensão para posterior incidência de ultra-som e desagregamento das partículas, permanecendo sob o tempo de 1 minuto, sendo posteriormente bombeado para a célula analisadora onde recebeu bombardeamento de laser, sendo colhidas milhares de incidências, e gerando a curva de

distribuição granulométrica instantaneamente ao término da análise (Figura 19). Os dados recolhidos são armazenados na forma de arquivos com extensão MES, podendo ser posteriormente editados no software “Microsoft Excel” e salvos no formato XLS. O resultado é “equivalente” a uma análise por peneiramento onde fossem utilizadas 100 peneiras para separar as frações, isto é, são analisadas cerca de 100 classes.

6.4.3 Análises mineralógicas

Tentou-se correlacionar a mineralogia com a granulometria, nos dois métodos utilizados, para um melhor entendimento da evolução das condições geoquímicas deposicionais da região.

6.4.3.1 Mineralogia por espectrometria de infravermelho

Para a análise da mineralogia, especialmente dos teores de calcita e aragonita, foram produzidas 10 “assinaturas” espectrais de absorção de infravermelho, através do escaneamento das 10 pastilhas confeccionadas a partir de sedimento macerado e KBr, sendo uma para cada nível amostrado. Estes níveis foram escolhidos a partir de variações no diagrama sedimentológico, onde havia mudança brusca da granulometria, não tendo sido possível alcançar a resolução desejada, por ser um método lento na obtenção dos dados.

Para estabelecer a metodologia foram testados diversos métodos e tempos de pulverização, cujo melhor resultado, adotado, consistiu na secagem de 1,00 g de sedimento a 50 °C em estufa, por 24 h, passando logo após por um processo de pré-maceração manual em grau e pistilo de ágata. Na sequência 8,00 mg da amostra foram colocados em uma cápsula com três esferas, completando com acetona, sendo a cápsula e as esferas confeccionadas em ágata. A maceração elétrica foi realizada em um macerador de marca Specamill por 12 h, levando a redução do tamanho máximo das partículas de sedimento, a aproximadamente 2 µm, sendo verificado em microscópio com aumento de 200 X, e com auxílio de um monitor



Figura 16 - Detalhe do nível 170 cm (próximo à base), demonstrando uma granulometria mais grossa e maior teor de bioclastos. Observar o grande fragmento de concha ainda “in situ”, amostrado para análise com ^{14}C .



Figura 17 - Detalhe do nível 130 cm (mais acima), demonstrando uma granulometria mais fina e com menor teor de bioclastos.

de vídeo. Após a maceração elétrica, o material foi levado à estufa a 50 °C por 12 h para a volatilização total da acetona.

Para a confecção das pastilhas, foi pesado 1,00 mg desse material (em vidro de relógio) e adicionado a 399,00 mg de KBr pré-macerado, constituindo um total de 400,00 mg, o qual foi posteriormente homogeneizado em grau e pistilo de ágata, e levado à estufa a 50 °C por 1h. Após 30 minutos de resfriamento do material em dessecador, foi pesado 300,00 mg (da mistura sedimento + KBr) para a confecção da pastilha, com a prensagem realizada em prensa hidráulica manual de marca Perkin Elmer, onde nos primeiros 15 minutos foi efetuado somente vácuo no molde de prensagem, sendo que nos outros 15 minutos restantes, foi acrescentada uma pressão de 9 ton/cm². Após a prensagem, a pastilha de amostra confeccionada foi embalada em envelope de papel e levada à estufa a 50 °C por 24 h para uma secagem efetiva.

As pastilhas foram escaneadas utilizando-se um espectrômetro de infravermelho da marca Perkin Elmer, modelo Spectrum 1000 e seu respectivo software “Spectrum v3.02”, onde foram obtidas as “assinaturas” espectrais de absorção de infravermelho, num “range” de comprimento de onda entre 2,5 e 40,0 µm e resolução de 2500,0 µm, no eixo das abscissas, sendo plotados os dados relativos a “absorbância” no eixo das ordenadas (Figura 20).

Foi realizada uma correção de linha de base, para cada espectro, e orientado o zero para a origem do eixo das ordenadas. A quantificação foi restrita aos minerais de interesse neste respectivo trabalho, tais como: calcita, aragonita, esmectitas, caulinita, ilita, quartzo e sílica amorfa, sendo utilizado o software “Microsoft Excel” com a programação “QuantMin”, e geradas as assinaturas da Figura 21.

6.4.3.2 Teor de carbonatos por ataque ácido (descarbonatação)

A análise do teor de carbonatos ao longo do testemunho, foi realizada pelo método da descarbonatação, a qual consistiu, na pesagem (em tubos de centrífuga) de 4,00 g de

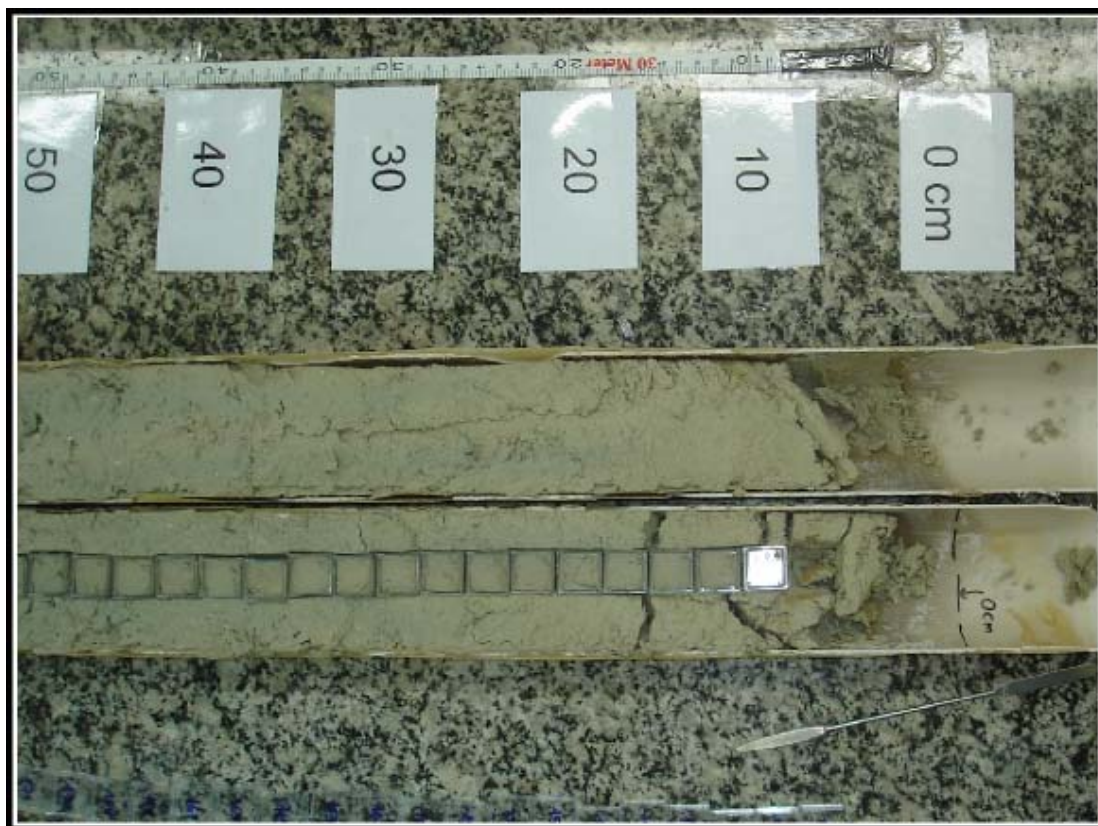


Figura 18 - Testemunho cortado longitudinalmente, onde se observam as cubetas cravadas no sedimento, para a análise de densidade aparente. Nota-se a marca de oxidação, de cor ocre, no topo do mesmo.

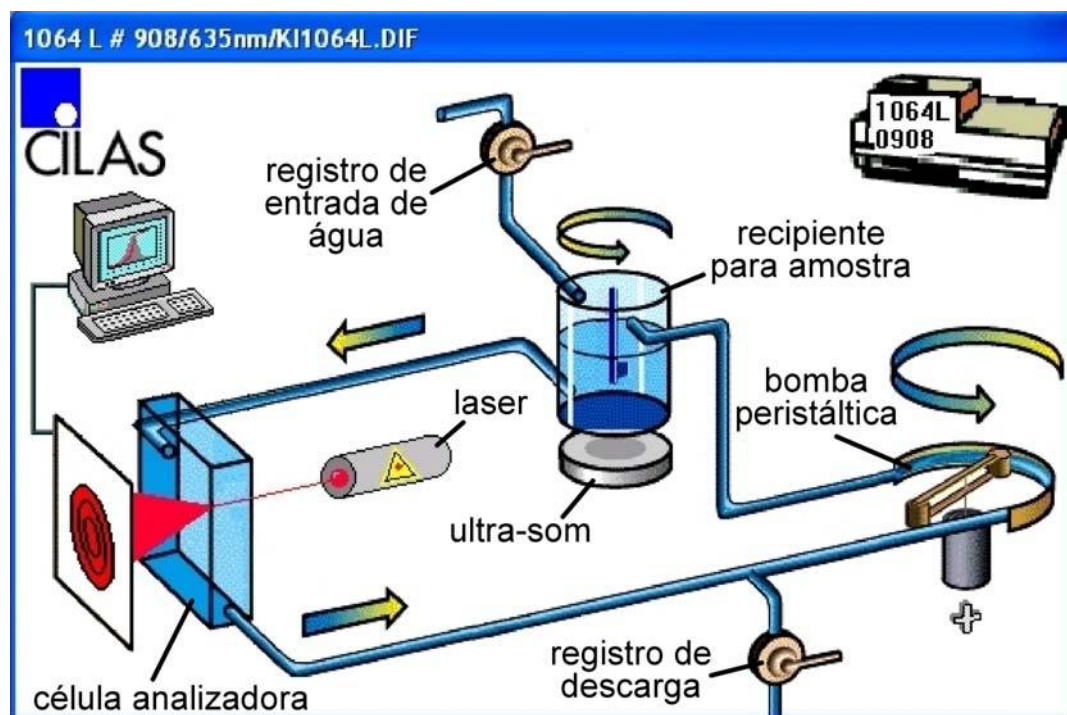


Figura 19 - Diagrama do sistema (software "The Particle Expert"), para análise da granulometria a laser.

sedimento úmido de cada fatia do testemunho, e posterior secagem, em estufa a 50 °C, alternando a pesagem e secagem a cada 12 h, até se atingir peso constante a terceira casa decimal, em balança de cinco casas decimais (Tabela 2). Com o prosseguimento do método, foi adicionado 10 mL de HCl diluído a uma concentração de 1 molar e observação do cessar da reação no decorrer de aproximadamente 6 h, com posterior centrifugação a 2500 rpm em 3 minutos, até que ao adicionar o HCl não mais ouve reação, e então o sedimento foi lavado com água destilada e centrifugado nas mesmas condições acima por três vezes. Após a lavagem, as amostras foram levadas a estufa para secagem a 50 °C e pesagem a peso constante, sendo os dados obtidos subtraídos dos valores de peso do sedimento seco antes da decarbonatação, onde foi obtido o peso de carbonato de cada uma das amostras, e com isso determinada a porcentagem do mesmo.

7 RESULTADOS OBTIDOS

Para uma melhor visualização e interpretação dos dados obtidos em cada método de análise, foram plotados diversos gráficos, tais como: cor/textura, porcentagem de areia, diâmetro mediano (D_{50}), diâmetro médio (diagrama sedimentológico), densidade aparente, curtose, grau de seleção, assimetria, teor de carbonatos e mineralogia por infravermelho, sendo todos plotados em relação à profundidade (Figuras 13 (b), 22 e 23). Também foi plotado um diagrama triangular com os teores de areia, silte e argila de cada amostra (Figura 24).

Através da análise dos diagramas de porcentagem de areia, diâmetro mediano, diâmetro médio e principalmente a densidade aparente, tornou-se visível uma sucessão sedimentar constituída de seis unidades de sedimentação (estratos ou camadas). Estas unidades foram numeradas, da base para o topo de 1 a 6, sendo-lhes atribuídas cores para melhor visualização (Figura 22).

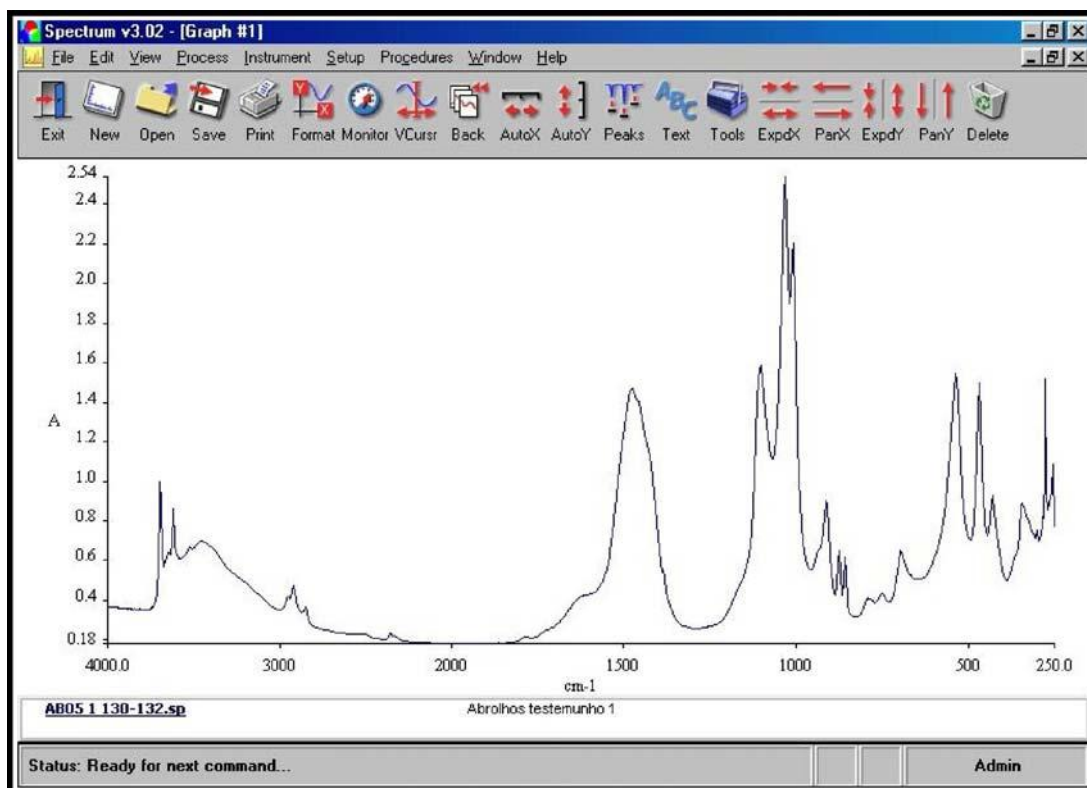


Figura 20 - Janela do software “Spectrum”, mostrando uma assinatura espectral (nível 130-132 cm), com seus picos de “absorbância” de infravermelho, relativos a cada comprimento de onda absorvido.

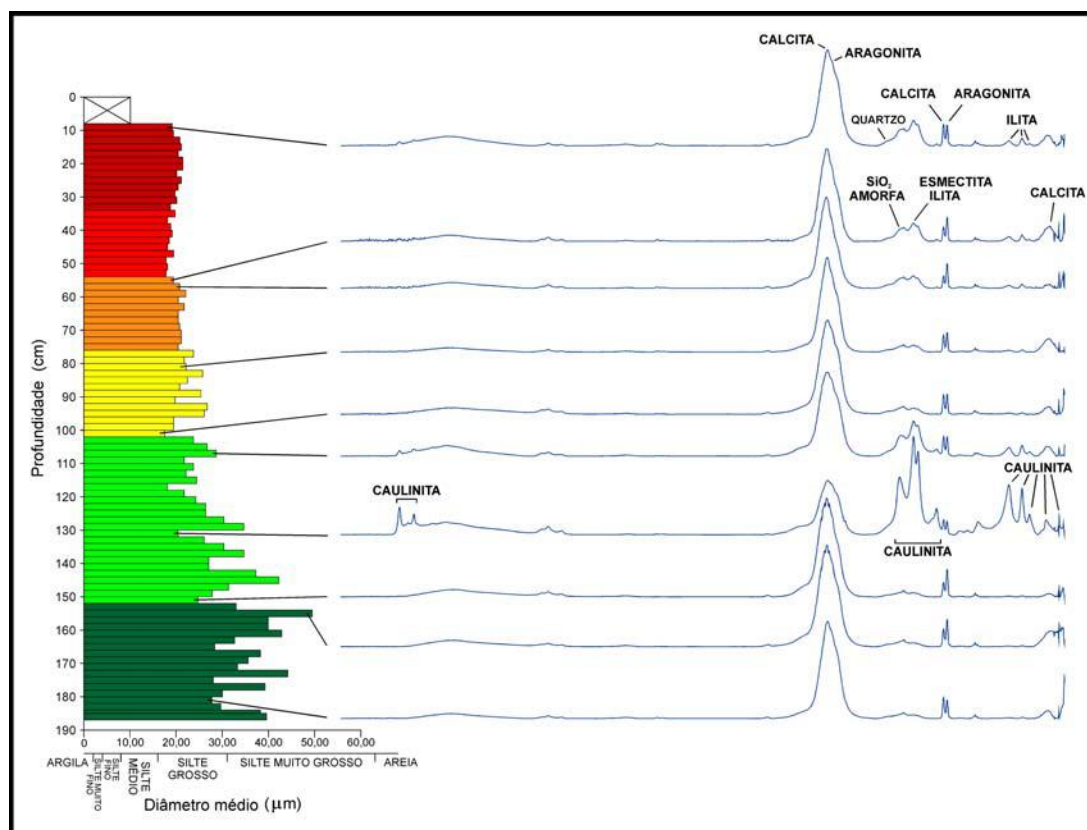


Figura 21 - Assinaturas espectrais de infravermelho, das 10 pastilhas confeccionadas ao longo do testemunho em seus respectivos níveis estratigráficos.

De acordo com Ingram (1954 *apud* Suguio, 1980), suas espessuras podem ser classificadas como: espessa somente a camada 2 (50 cm), de espessura média as camadas 3 (26 cm), 4 (22 cm) e 5 (20 cm), sendo que as de topo e base, respectivamente 26 e 35 cm, por estarem possivelmente incompletas, tornam supérflua sua classificação.

7.1 DENSIDADE APARENTE

A densidade aparente dos sedimentos parece ser a principal condicionante da individualização das camadas ou estratos, sendo observado um aumento da base para o topo do testemunho, estando este aumento provavelmente controlado pelo diâmetro médio, onde os sedimentos mais finos, como argila e silte, possuem um arranjo espacial mais compacto, de seus constituintes granulométricos.

Isso pode ser observado nos diagramas: de porcentagem de areia, diâmetro mediano e diâmetro médio (diagrama sedimentológico), em comparação com o diagrama de densidade aparente (Figura 22 (a), (b), (c) e (d)). Sendo que o comportamento desta última ao longo de cada camada, mostra-se ascendente nas camadas 1 e 2, aumentando da base para o meio e diminuindo do meio para o topo nas camadas 3, 4 e 5, e se apresentando descendente no topo da camada 6.

7.2 GRANULOMETRIA

7.2.1 Diâmetro médio

Com a plotagem do diagrama sedimentológico (diâmetro médio), fica evidente a variação da granulometria, partindo de intercalações de silte muito grosso arenoso (areia fina) com silte grosso arenoso (areia fina) ($D=49,46 \mu\text{m}$ ou $0,04946 \text{ mm}$), na base, a somente silte grosso arenoso (areia muito fina) (quase silte médio $D=17,77 \mu\text{m}$ ou $0,01777 \text{ mm}$) no topo, evidenciando um *fining upward* ou granodecrescência ascendente (Figura 22 (c)), o qual se

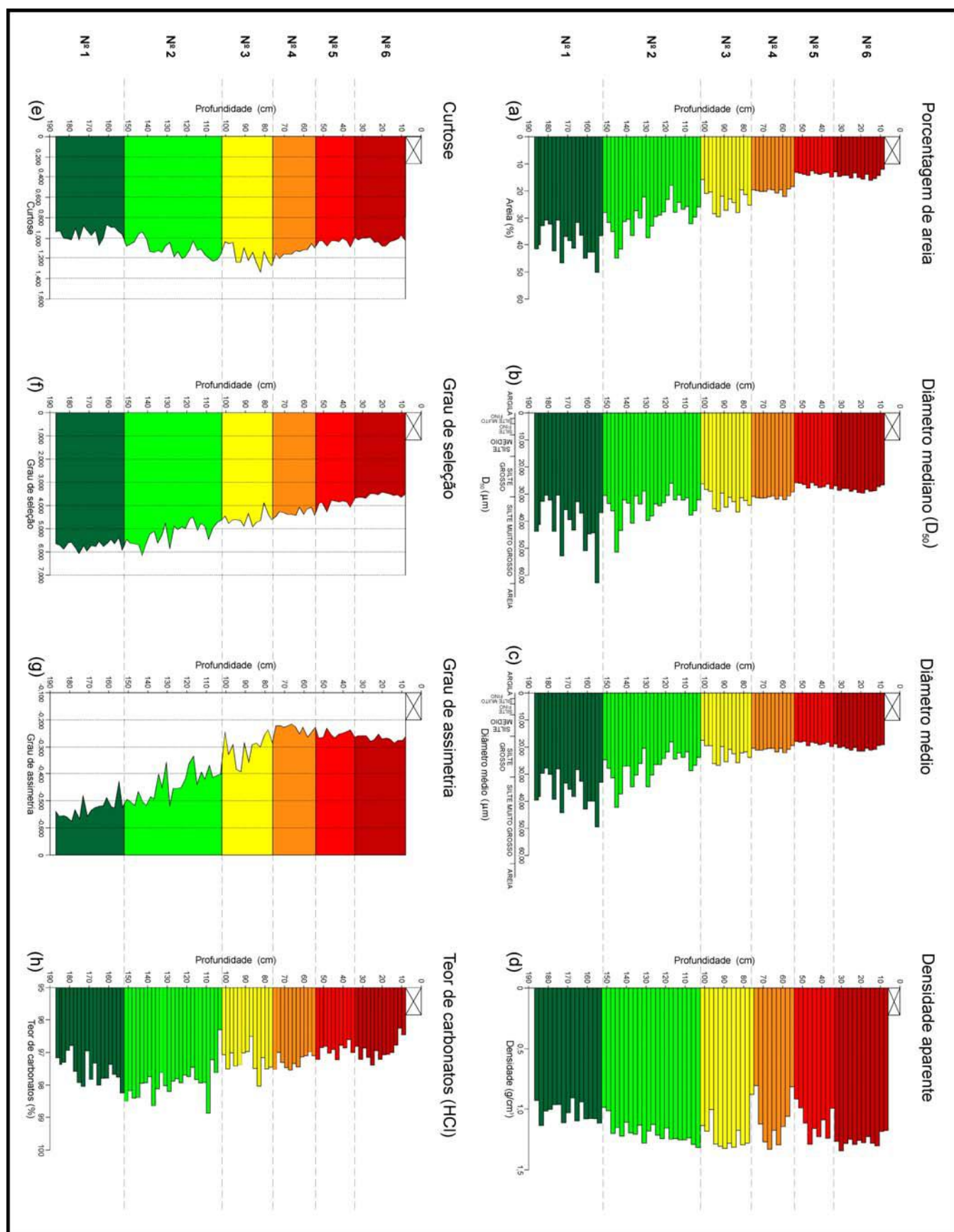


Figura 22 - Diagramas plotados a partir dos dados obtidos através das análises de: granulometria (a), (b), (c), (e), (f) e (g); densidade aparente (d); e teor de carbonatos por ataque com HCl (h).

correlaciona perfeitamente com os dados do diagrama de porcentagem de areia e diâmetro mediano (D_{50}) (Figura 22 (a) e (b)).

Todas as camadas, com exceção da camada 6, possuem uma mudança brusca na granulometria em seus topos e bases, a qual se mostra como um bom parâmetro para a individualização destas unidades de sedimentação.

A camada 1 possui um aumento da granulometria, em direção a seu topo, apresentando alternâncias entre níveis com frações mais grossas e níveis com frações mais finas. As frações mais finas também possuem aumento da granulometria em direção ao topo até o nível 156-158 cm. A camada 2 possui o mesmo tipo de alternância, só que ao inverso, decrescente em direção ao seu topo. O mesmo padrão se repete para a camada 3, mas numa magnitude menor entre níveis mais grossos e finos, e apresentando um aumento da granulometria em direção ao topo.

Um padrão mais homogêneo ocorre na camada 4, em que quase nenhuma alternância se observa, possuindo um pequeno aumento de granulometria até o nível de 58 cm, onde começa uma pequena redução em direção ao seu topo, sendo o mesmo padrão observado também na camada 5, com um aumento granulométrico para o seu topo. Por fim a camada 6 se apresenta com uma granulometria não muito diferente da anterior, mas no geral mais grossa, ocorrendo com praticamente o mesmo diâmetro granulométrico em seu topo e base, visto que ocorre um aumento da base para o meio e um afinamento do meio para o topo.

No diagrama triangular areia-silte-argila, as seis sucessões plotam dentro do grupo textural silte arenoso, com um “trend” bem nítido do limite superior para o limite inferior do grupo textural, demonstrando o citado *fining upward* (Figura 24).

7.2.2 Curtose

O comportamento da curtose se mostra bem visível, onde pode ser observada uma tendência para a forma “leptocúrtica” nas camadas 3 e 4 no meio da sucessão. Para o topo da

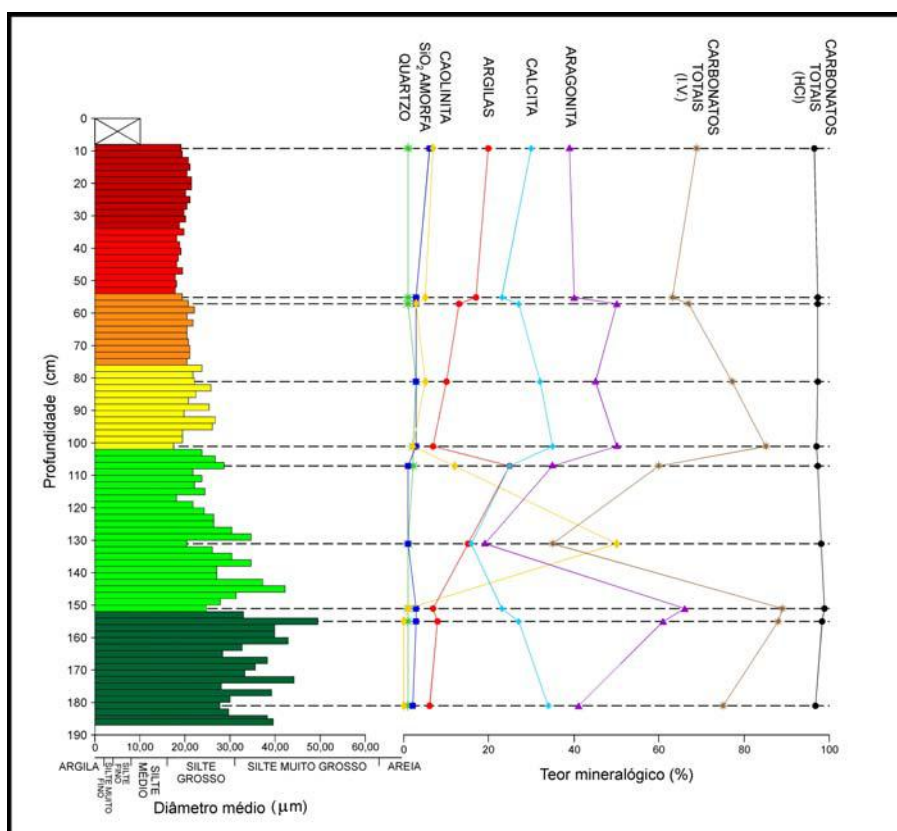


Figura 23 - Diagrama de teor mineralógico, correlacionando a mineralogia (método de expectrometria por infravermelho) com a granulometria e teor de carbonatos (método da decarbonatação com HCl). Nota-se a grande anomalia de caolinita no nível 130-132 cm.

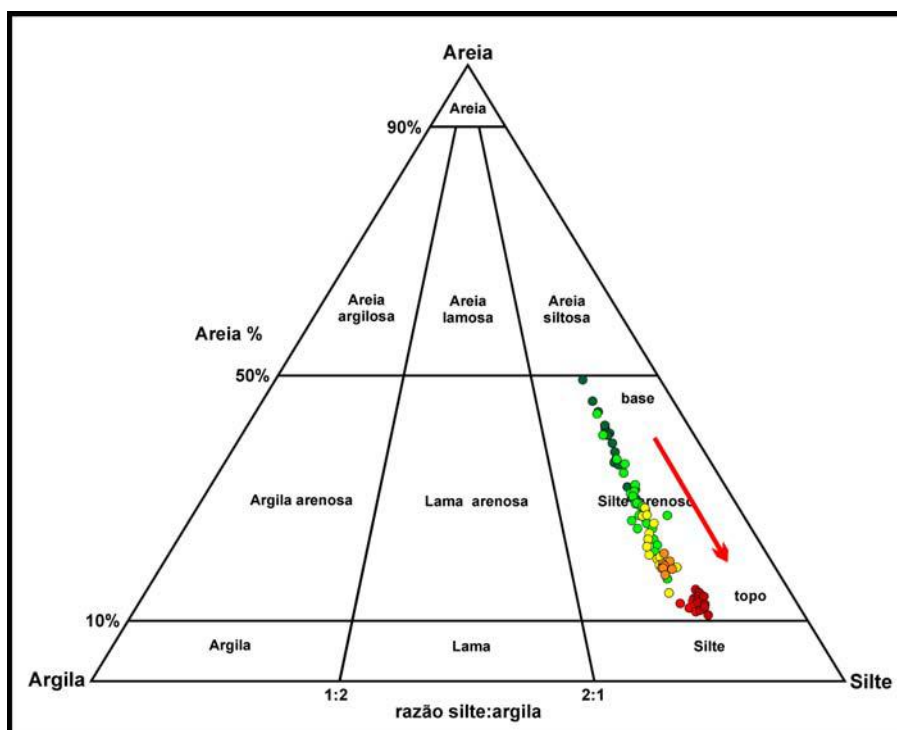


Figura 24 - Diagrama textural triangular areia-silte-argila, com a aplotagem das análises granulométricas das amostras (fatias) do testemunho. Nota-se na classe textural silte arenoso, um "trend" com "fining upward" da base para o topo do testemunho.

camada 1 ocorre uma tendência a forma “platicúrtica”, a única ocorrência desta forma em todo o testemunho. Ainda no topo desta camada ocorre um retorno a forma “mesocúrtica” que só dará lugar à “leptocúrtica” no meio da camada sobreposta, camada 2, onde seguirá até o topo da camada 4, sofrendo poucas e localizadas interferências da forma “mesocúrtica”, somente na base da camada 3. Esta forma surge novamente no topo da camada 4 seguindo assim invariavelmente até o topo da sucessão, demonstrando numa escala geral, uma alternância entre as formas “mesocúrtica” e “leptocúrtica” em direção ao topo do testemunho (Figura 22 (e)).

7.2.3 Grau de seleção

Ao observarmos o diagrama do grau de seleção versus profundidade, fica evidente que este aumenta da base para o topo da sucessão, estando correlacionado diretamente com o diâmetro médio (Figura 22 (f)).

Segundo Suguio (1973) existe uma correlação entre o grau de seleção e o diâmetro médio, onde o primeiro aumenta em função do decréscimo do segundo.

No diagrama pode-se classificar o sedimento da camada 1 como muito pobremente selecionado, seguindo assim até o topo da camada 4, aparecendo um nível isolado de sedimento classificado como pobremente selecionado, na profundidade de 80-82 cm (topo da camada 3). Já o sedimento da camada 5 se apresenta pobremente selecionado prosseguindo assim até o topo da sucessão (camada 6), aparecendo apenas dois níveis, em 48-50 cm e 36-38 cm, onde o grau de selecionamento diminui passando novamente a muito pobremente selecionado, podendo ser observados no gráfico, como os dois picos, na base e topo da camada 5).

7.2.4 Grau de assimetria

O comportamento do grau de assimetria, ao longo da sucessão de estratos, pode ser interpretado como sendo sempre negativo, e possuindo uma tendência a sofrer um deslocamento para a esquerda, em direção as frações finas, com um padrão de oscilação semelhante a um “zigue-zague”, o qual obedece a variações alternadas de um nível para o outro, até a profundidade de 72-74 cm, em que se torna mais ou menos estável até atingir o nível de 66-68 cm (Figura 22 (g)). A partir deste nível, inverte seu deslocamento para a direita, em direção as frações mais grossas, mas com uma inclinação maior e oscilações menores, ainda com o mesmo padrão de “zigue-zague”, e continuando assim através das camadas 4, 5 e 6 até o topo do testemunho.

No meio e topo da camada 1, observam-se duas grandes oscilações do grau de assimetria, nos níveis 172-174 cm e 154-156 cm. Do meio camada 2 para o topo da camada 3, do nível de 136-138 cm até 88-90 cm, ocorre um intervalo de transição, no qual se verifica as maiores oscilações, apresentando graus de deslocamento cada vez maiores para a esquerda, (classes de granulometria mais fina) e alternando com níveis onde ocorrem grandes deslocamentos para a direita (classes de granulometria mais grossa). Neste intervalo podem ser observadas as três maiores oscilações do grau de assimetria de todo o testemunho, com as duas primeiras próximas ao meio da camada 2 e a terceira na base da camada 3, todas por sua vez com valores cada vez mais negativos, níveis 130-132 cm, 116-118 cm e 100-102 cm respectivamente. Estas variações alternadas de um nível para outro, refletem o deslocamento das medidas de tendência central de cada amostra, como diâmetro médio, diâmetro mediano e moda, tanto no sentido das frações finas como no sentido das grossas.

7.2.5 Curvas de frequência granulométrica

Com a observação dos diagramas de frequência, o sedimento mostra-se sempre polimodal, com 4 modas da base até o nível 76-78 cm, base da camada 4 onde o sedimento

passa a ter mais homogeneidade granulométrica, e com 3 modas deste nível até o topo, ocorrendo 6 modas no total, nas seguintes frações granulométricas:

- De 0,2 a 0,9 μm – argila.
- De 2,0 a 15,0 μm – de argila a silte médio.
- De 15,0 a 70,0 μm – silte médio a areia muito fina.
- De 15,0 a 170,0 μm – silte médio a areia fina.
- De 70,0 a 140,0 μm – de areia muito fina a areia fina.
- De 140,0 a 500,0 μm – areia fina a média.

Em direção ao topo ocorre uma alternância entre as frações 140,0 a 500,0 μm (areia fina a média) e 15,0 a 70,0 μm (silte grosso) em suas frequências. Esse comportamento se mantém até o nível 142-144 cm onde a fração 140,0 a 500,0 μm (areia fina a média) começa a diminuir até desaparecer totalmente no nível 74-76 cm, aumentando a frequência das frações 15,0 a 70,0 μm (silte médio a areia muito fina) e 70,0 a 140,0 μm (areia muito fina a areia fina) sendo estas fundidas numa nova moda a qual se alarga para a direita, surgindo então na fração 15,0 a 170,0 μm (silte médio a areia fina) no nível 130-132 cm correlato ao pico de caolinita no sistema. Pode ser observado também que no momento em que a fração 140,0 a 500,0 μm (areia fina a média) vai baixando a sua frequência, ocorre também um aumento nas frações de 2,0 a 15,0 μm (argila a silte médio), e surge também uma nova moda na fração 0,2 a 0,9 μm (argila) ocorrendo esporadicamente nos níveis 134-136 cm, 108-110 cm, 100-102 cm, 90-92 cm, 86-84 cm, 78-66 cm, 60-62 cm, 54-56 cm, 48-50 cm e 36-38 cm.

Após o nível 76-78 cm o sedimento se apresenta com três modas, em função do desaparecimento da fração 140,0 a 500,0 μm (areia fina a média) e surgimento da fração 15,0 a 170,0 μm (silte médio a areia fina) onde sua frequência aumenta continuamente alternando seu crescimento com as frações 0,2 a 0,9 μm (argila) e 2,0 a 15,0 μm (argila a silte) até o topo do testemunho.

Pode-se notar a influência destas modas, principalmente as de granulometria mais grossa, na alternância do diâmetro médio, predominantemente nos níveis das camadas 1, 2 e 3.

7.3 MINERALOGIA

Através das análises por espectrometria de infravermelho, ficaram definidos os principais minerais que ocorrem nos sedimentos do testemunho, são eles os carbonatos como a aragonita e a calcita, os argilominerais como caolinita, illita, e esmectitas, e finalmente o grupo da sílica com o quartzo e a sílica amorfa.

Os teores de carbonatos obtidos são muito elevados e se mostram oscilando entre 60 e 89 %, onde os teores mais elevados se apresentam na base do testemunho nas camadas 1 e 2, chamando a atenção para a grande queda em seu teor que se observa no nível 130-132 cm. Neste nível ocorre uma grande anomalia no teor de caolinita, chegando a 50 %, contra o teor de 35 % de carbonatos. Isso demonstra uma grande e maior contribuição de siliciclásticos, certamente alóctones, que de sedimentos carbonáticos autóctones no ambiente deposicional, sofrendo esses últimos uma tendência à redução para o topo do testemunho (Figura 23).

O teor de carbonatos, parece numa escala maior, acompanhar o diâmetro médio, tanto no método da descarbonatação com HCl, como na mineralogia por infravermelho, indicando uma contribuição significativa dos carbonatos na fração silte (Figuras 22 (h) e 23).

Pode-se observar que os teores encontrados nos dois métodos possuem uma diferença “brutal”, pois na descarbonatação esses teores ficaram entre 96 a quase 99 %, e no infravermelho entre 66 a 89 % de carbonatos. Isso se deve possivelmente a dissolução dos argilominerais e da matéria orgânica pelo HCl durante a descarbonatação, se tornando mais evidente se somarmos os teores relativos das curvas das argilas, da caolinita e dos carbonatos totais (I.V.) chegando a teores muito próximos dos atingidos pela curva de carbonatos totais do método da descarbonatação com HCl. Pode-se observar a contribuição significativa da caolinita nesta dissolução conjunta dos argilominerais com os carbonatos e matéria orgânica,

no já citado nível 130-132 cm, onde ocorre a anomalia de caolinita. Nesse nível verifica-se o segundo maior teor de carbonatos no método da descarbonatação, demonstrando a grande dissolução sofrida pela caolinita, onde a curva de carbonatos totais (HCl) não acompanha a curva de carbonatos totais (I.V.), a qual sofre uma grande redução nos seus teores. O mesmo pode ser observado para os outros argilominerais (ilita e esmectita) nos níveis 100-102 cm e 106-108 cm, onde a dissolução das argilas gera um aumento de teor na curva de carbonatos totais (HCl), em contraste com a curva dos teores obtidos pelo método de absorção de infravermelho. Um fato interessante de se observar é o comportamento da curva da caolinita em relação à curva da aragonita, estando sempre inversa e em taxas diferentes a variação de seus teores ao longo do testemunho (Figura 23).

Ao verificarmos a variação das proporções de calcita e aragonita em direção ao topo do testemunho, notamos que as duas possuem uma variabilidade muito parecida, ou seja o aumento no teor de uma acompanha o aumento no teor da outra, só que em taxas diferentes, o mesmo acontecendo para as reduções. Este comportamento só não se apresenta nessa conformidade em 4 dos 10 níveis amostrados. Nos níveis 56-58 cm, 150-152 cm e 154-156 cm a calcita possui uma tendência à redução de seus teores, sendo que no nível 08-10 cm essa tendência se inverte, e o comportamento da aragonita nesses níveis, se mostra sempre inverso ao da calcita.

Subindo na estratigrafia do testemunho, pode ser observado um aumento dos teores de aragonita da base para o topo da camada 1, sendo seguido por uma grande queda da base para o meio da camada 2, onde ocorre a anomalia de caolinita. Um novo pico segue do meio para o topo desta mesma camada, sendo interessante observar que a partir do nível 106-108 cm, o comportamento do teor de aragonita parece ser inverso ao do diâmetro médio, abrangendo o topo da camada 2, toda a camada 3, até quase o topo da camada 4 no nível 56-58 cm, onde passa a não mais assumir esse comportamento.

Os teores de quartzo se apresentam em níveis muito pequenos variando de 1 a 3 %, sendo seu pico de 2 a 3 % ocorrendo do topo da camada 2 até o topo da camada 3 voltando novamente a 1 % até o topo do testemunho.

Os teores de sílica amorfa, já se apresentam um pouco mais elevados, mas ainda muito baixos em relação aos outros minerais, variando de 1 a 6 %. Essa variação ocorre da base para o topo mas iniciando-se com teores de 2 % aumentando para 3 % no topo da camada 1 e sofrendo uma queda para 1 % no nível 130-132 cm (nível que corresponde à anomalia de calcita). Após isso volta a assumir um valor de 3 % até o topo do testemunho onde atinge seu maior valor de 6 %.

Alguns minerais não puderam ser determinados, talvez por serem opacos, não possuindo a propriedade de transmitância de raios infravermelhos, onde no ajuste das assinaturas das amostras 54-56 cm e 180-182 cm a porcentagem total de minerais nessas amostras, atingiu valores de 89 e 84 % respectivamente.

8 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Através da análise dos diagramas de densidade aparente, porcentagem de areia, diâmetro mediano e diâmetro médio, observou-se que a densidade aparente das fatias ou amostras ao longo do testemunho, possuem valores muito próximos agrupando-se em estratos ou camadas, tornando-se visível uma sucessão sedimentar constituída de seis unidades de sedimentação. Além disso todas as camadas possuem uma fácies característica, que torna possível suas individualizações, com mudanças bruscas nas suas granulometrias em seus respectivos topos e bases.

As camadas 2, 3, 4 e 5 parecem realmente fazer parte de uma sucessão única, relativa a um ciclo deposicional onde se observa quase que integralmente, da base ao topo, um *fining upward* ou granodecrescência ascendente, sendo que as camadas 1 e 6, parecem fazer parte, respectivamente, do topo de um ciclo anterior e da base de um novo ciclo.

A camada de topo possivelmente ainda está em vias de sedimentação (ou erosão) e a camada de base, talvez não tenha sido amostrada em sua totalidade, provavelmente pelo grau de cimentação do sedimento sotoposto, estando de fato incompleta. O comportamento da espessura das camadas, indica um *thinning upward* ou estratodecrescência ascendente, se considerarmos a camada 1 (de base) como incompleta, assumindo uma espessura possivelmente maior que a camada 2, e considerando também a camada 6 (de topo) como incompleta e integrante de uma nova sucessão que se inicia.

Segundo Folk (1974b) na água marinha rica em íons Mg^{2+} (0,13 %) a calcita é muito raramente cristalizada por processos inorgânicos, sendo a aragonita e a calcita magnesiana as mais comuns.

De acordo com Milliman (1974), apesar dos íons Mg^{2+} serem muito mais abundantes na água dos oceanos que os outros elementos, seu principal papel é de inibir a nucleação da calcita. Os íons Mg^{2+} são envolvidos por uma “capa” de hidroxilas (hidratação), as quais não se desconectam facilmente, e quando se incorporam na estrutura cristalina da calcita, ocorre uma interferência na cristalização desta, favorecendo a cristalização de aragonita e calcita magnesiana, de modo que a razão Mg^{2+}/Ca^{2+} controlará a precipitação de calcita ou aragonita segundo Folk (1974b).

A redução do teor de aragonita equivalente ao aumento do teor de calcita, observado no topo do testemunho parece ser explicada pela concentração de aragonita estar declinando nas águas oceânicas modernas, em função da queda da razão Mg^{2+}/Ca^{2+} , onde desde o início do Neógeno, se manteve elevada acima de 3, estando então favorável à precipitação de aragonita e calcita magnesiana, sendo as condições atuais prejudiciais aos organismos produtores de aragonita, segundo Stanley & Hardie (1998 *apud* Hallock, 2005). Todavia, as condições deposicionais interpretadas ao longo do testemunho, parecem refletir os estágios finais dessa diminuição dos teores de aragonita, no ambiente deposicional marinho.

CONCLUSÕES

As análises realizadas, indicam a ocorrência de uma sucessão composta por seis unidades de sedimentação em que se observa uma possível ciclicidade nas camadas 2, 3, 4 e 5 com características de estratodecrescência ascendente ou *thining upward*, e características granulométricas de granodecrescência ascendente ou *fining upward* sendo as camadas de base e topo interpretadas como de um ciclo anterior e um possível novo ciclo atual, respectivamente. Essas condições de estrato e granodecrescências ascendentes parecem indicar uma ascensão relativa do nível do mar, onde a energia e aporte sedimentar parecem se tornar característicos de condições deposicionais mais distais.

A mineralogia indica deposição em ambiente de plataforma carbonática, com granulometria classificada texturalmente como silte arenoso, predominando a deposição de aragonita sobre calcita, onde ocorre uma sensível redução nos dois carbonatos, provavelmente em função de um maior aporte de siliciclásticos em direção ao topo. Próximo deste a calcita sofre um aumento em relação a aragonita, interpretado como sendo em função da diminuição na razão Mg^{2+}/Ca^{2+} , e com isso, reduzindo a saturação de aragonita.

A anomalia de caolinita observada no nível 130-132 cm foi interpretada como um possível rebaixamento do nível marinho gerando uma intensa deposição de argilominerais dentre estes também a Ilita, e quase interrompendo a deposição carbonática, a qual é reiniciada aparentemente, com a mesma taxa de queda do teor de carbonatos. Sendo a principal área-fonte para a caolinita e ilita dos sedimentos superficiais de fundo, interpretada como originária dos depósitos terciários da Formação Barreiras, que afloram ao longo da costa.

TABELAS

Tabela 01 - Dados obtidos no método de análise de densidade aparente.

cubeta №	massa cubeta (g)	massa sedimento úmido + cubeta (g)	massa sedimento seco + cubeta (g)	massa sedimento seco – cubeta (g)	densidade aparente (g/cm ³)
153	2,91056	14,82055	11,38102	8,47046	1,03
157	2,81710	14,43041	11,34242	8,52532	1,03
158	2,92300	15,60770	12,29973	9,37673	1,14
160	2,89929	15,52164	12,12710	9,22781	1,12
166	2,92264	15,00101	11,74501	8,82237	1,07
154	2,85750	15,36970	12,02133	9,16383	1,11
155	2,84009	15,19902	11,88991	9,04982	1,10
156	2,91615	15,46019	12,20426	9,28811	1,13
159	2,84563	15,30583	11,84113	8,99550	1,09
161	2,91019	15,65993	12,13407	9,22388	1,12
162	2,84550	16,07480	12,51223	9,66673	1,17
163	2,86106	15,31292	11,98310	9,12204	1,11
164	2,89443	12,56425	10,03562	7,14119	0,87
165	2,84611	14,97170	11,80413	8,95802	1,09
167	2,93358	13,58459	10,79752	7,86394	0,95
168	2,89996	14,95754	11,72815	8,82819	1,07
169	2,91593	14,49815	11,28172	8,36579	1,02
170	2,92250	15,58615	12,22659	9,30409	1,13
171	2,90408	13,77482	10,93103	8,02695	0,97
172	2,91679	15,51892	10,02145	7,10466	0,86
173	2,90885	11,77002	9,53293	6,62408	0,80
174	2,90962	10,80301	8,80372	5,89410	0,72
175	2,84647	13,13827	10,46586	7,61939	0,92
176	2,85999	13,97008	11,09962	8,23963	1,00
177	2,86006	15,42249	12,17251	9,31245	1,13
178	2,86046	14,36012	11,30848	8,44802	1,03
179	2,91112	15,70009	12,50235	9,59123	1,16
180	2,91579	15,13329	12,05049	9,13470	1,11
181	2,91180	13,73462	10,98564	8,07384	0,98
182	2,92349	10,79070	8,73542	5,81193	0,71
183	2,83955	11,48558	9,18702	6,34747	0,77
184	2,93460	15,30891	12,13867	9,20407	1,12
185	2,84037	15,33756	12,15538	9,31501	1,13
186	2,90968	14,64459	11,37740	8,46772	1,03
187	2,89277	15,75558	12,34660	9,45383	1,15
188	2,89370	15,29085	12,08503	9,19133	1,12
189	2,92449	15,72302	12,44482	9,52033	1,16
190	2,93708	15,69950	12,33469	9,39761	1,14
191	2,91697	15,69840	12,17114	9,25417	1,12
192	2,89302	12,78311	10,11291	7,21989	0,88
193	2,84532	14,20448	11,37477	8,52945	1,04
194	2,83958	13,90341	10,99305	8,15347	0,99
195	2,90029	15,51061	12,35724	9,45695	1,15
196	2,90060	15,43495	12,19252	9,29192	1,13
197	2,91037	15,15930	11,80147	8,89110	1,08

Tabela 01 - Continuação.

cubeta №	massa cubeta (g)	massa sedimento úmido + cubeta (g)	massa sedimento seco + cubeta (g)	massa sedimento seco – cubeta (g)	densidade aparente (g/cm ³)
198	2,90044	15,24023	11,91109	9,01065	1,09
199	2,92103	15,34390	11,93446	9,01343	1,09
200	2,89403	15,30144	11,84805	8,95402	1,09
201	2,92233	15,31024	11,89317	8,97084	1,09
202	2,91422	14,66600	11,22685	8,31263	1,01
203	2,90241	15,29761	11,84670	8,94429	1,09
204	2,90949	15,46370	11,64601	8,73652	1,06
205	2,89406	14,61837	10,99863	8,10457	0,98
206	2,90433	15,12458	11,37928	8,47495	1,03
207	2,85779	15,53505	12,07058	9,21279	1,12
208	2,92215	15,34173	11,06807	8,14592	0,99
209	2,89459	15,16076	11,55848	8,66389	1,05
210	2,92482	15,11867	11,52319	8,59837	1,04
211	2,83998	14,47311	10,80520	7,96522	0,97
212	2,86041	15,05215	11,63061	8,77020	1,06
213	2,93319	14,89255	11,23169	8,29850	1,01
214	2,89991	14,98743	11,54400	8,64409	1,05
215	2,89331	13,04850	10,15439	7,26108	0,88
216	2,91706	12,67623	9,98859	7,07153	0,86
217	2,84570	14,07091	10,87116	8,02546	0,97
218	2,90403	13,50573	10,66925	7,76522	0,94
219	2,83933	13,57447	10,57336	7,73403	0,94
220	2,91011	13,71367	10,68296	7,77285	0,94
221	2,86133	12,45081	9,61923	6,75790	0,82
222	2,93785	13,94738	10,82955	7,89170	0,96
223	2,86032	12,04470	9,38019	6,51987	0,79
224	2,92478	13,28412	10,31508	7,39030	0,90
225	2,85726	13,92870	10,85152	7,99426	0,97
226	2,92259	12,41956	9,84421	6,92162	0,84
227	2,84592	12,48393	9,79262	6,94670	0,84
228	2,86034	12,84234	10,04701	7,18667	0,87
229	2,90422	13,17260	10,21012	7,30590	0,89
230	2,93401	14,26561	11,11320	8,17919	0,99
231	2,92350	12,28868	9,60115	6,67765	0,81

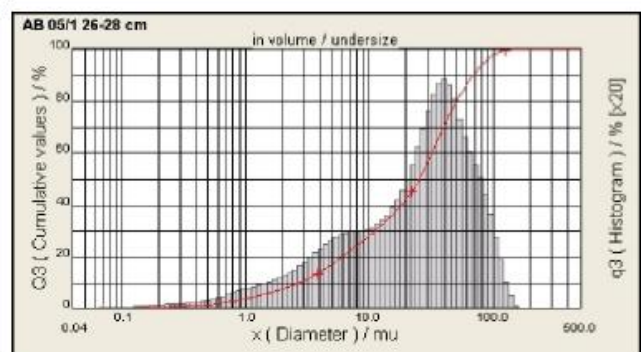
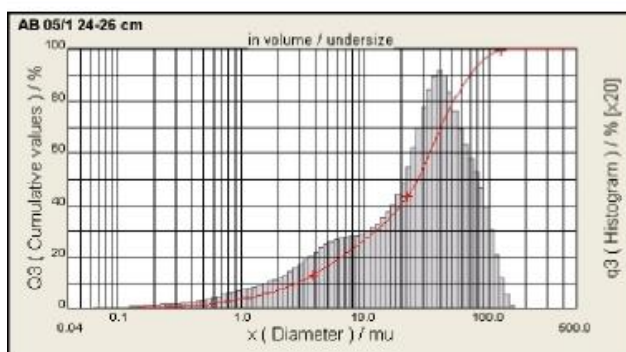
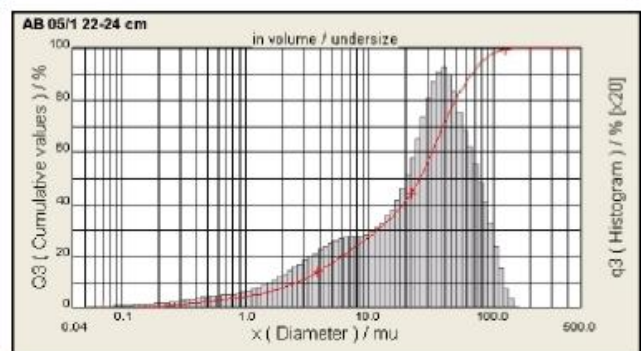
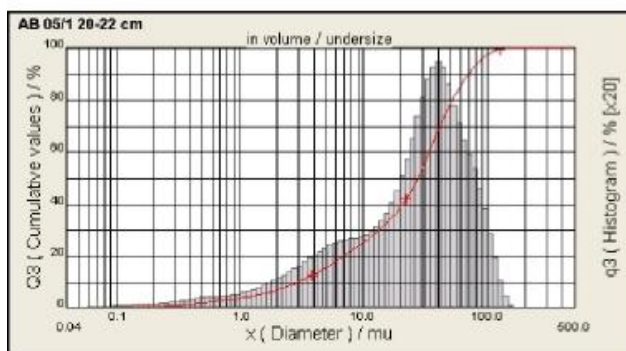
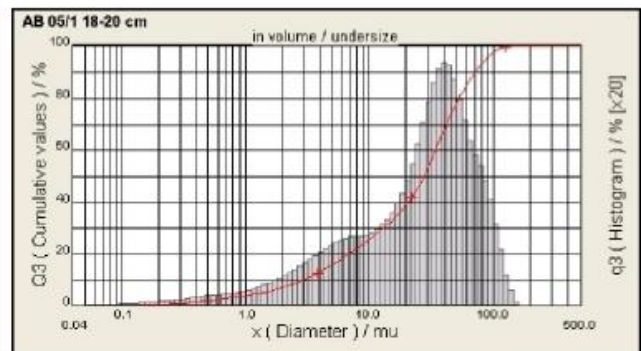
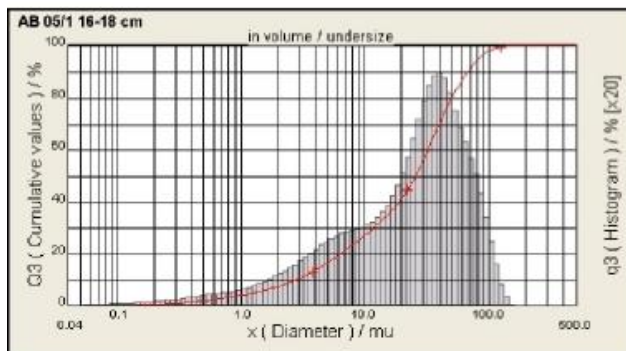
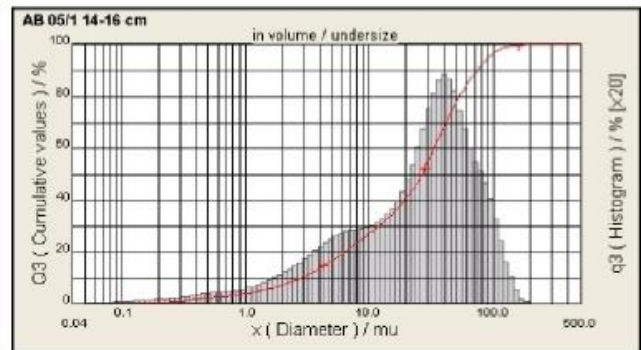
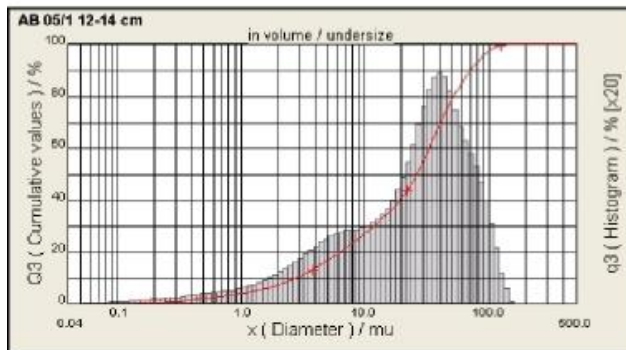
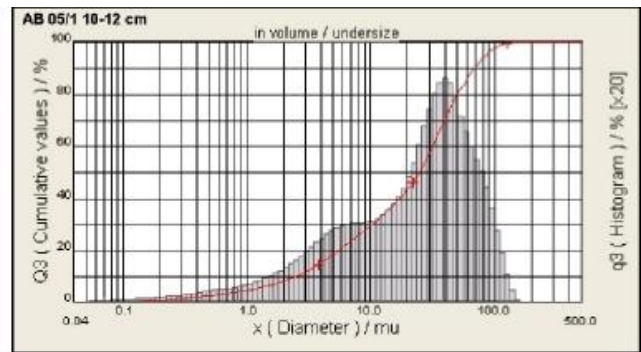
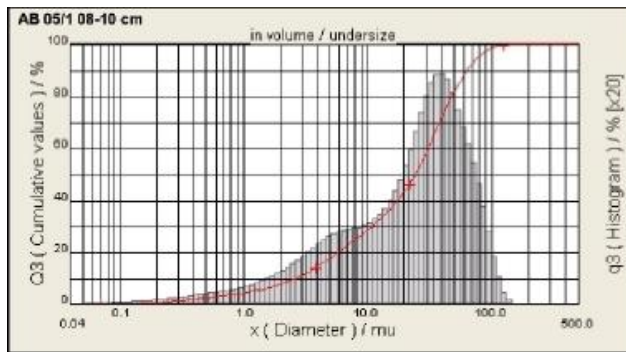
Tabela 02 - Dados obtidos no método de análise da descarbonatação por HCl.

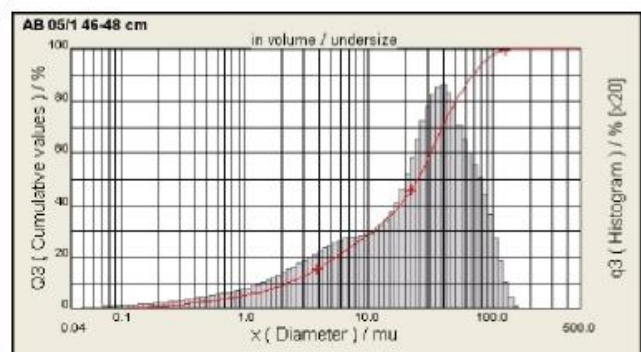
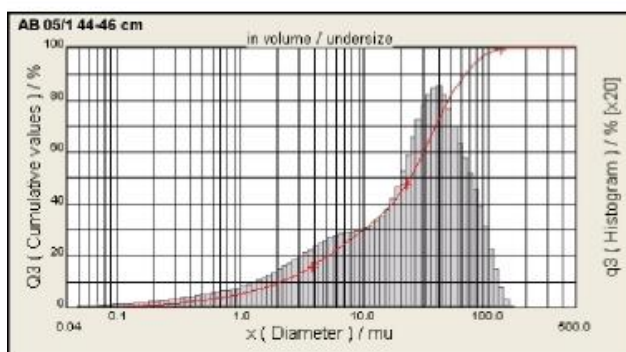
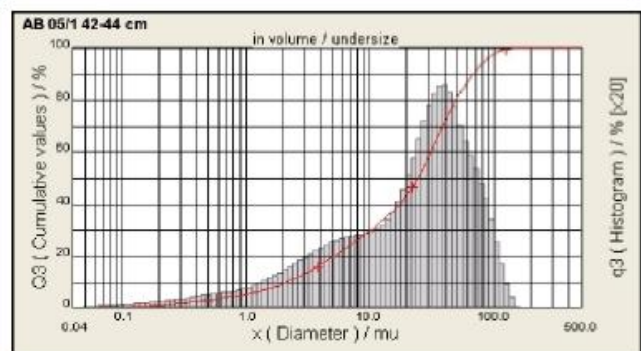
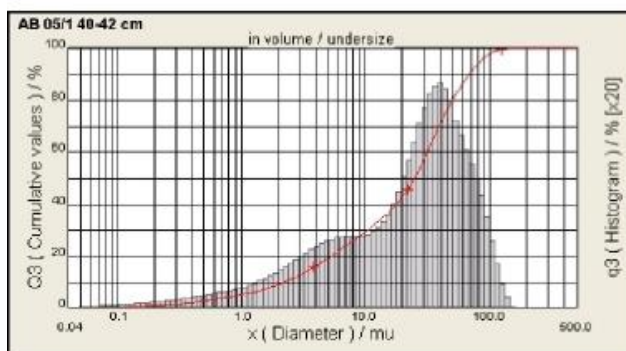
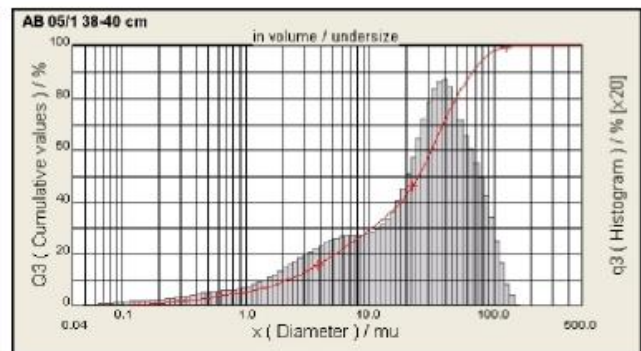
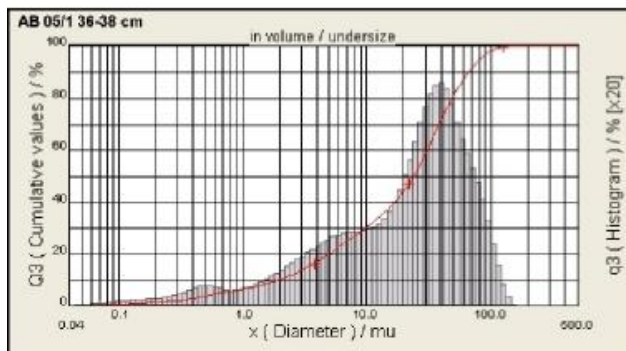
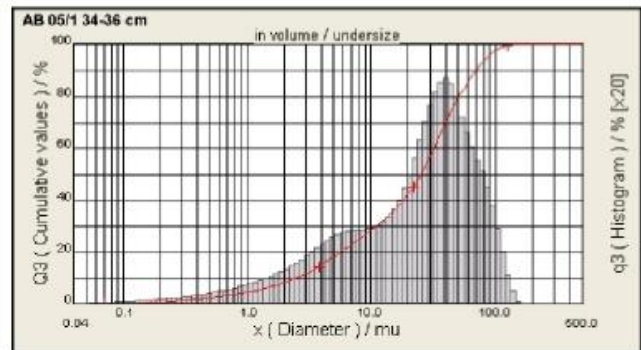
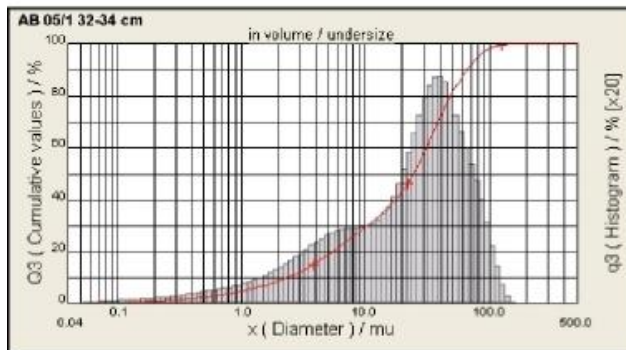
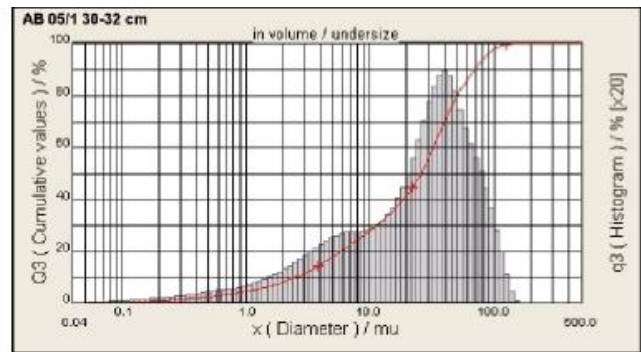
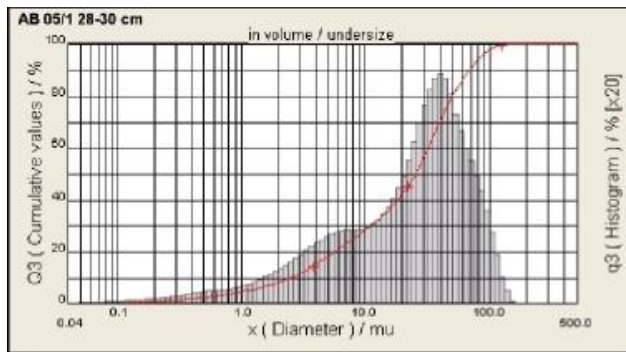
amostra AB 05/1 (cm)	peso do tubo (g)	peso sed. seco (cte) + peso tubo (antes descarb) (g)	peso sed. seco (cte) (antes descarb) (g)	peso sed. seco (cte) + peso tubo (após descarb) (g)	peso sed. seco (cte) (após descarb) (g)	peso carbonato (P antes - P após descarb) (g)	teor de carbonatos (%)
08-10	10,28751	13,26382	2,97631	10,39315	0,10564	2,87067	96,45
10-12	10,33118	13,26030	2,92912	10,44103	0,10985	2,81927	96,25
12-14	10,31118	13,31842	3,00724	10,40793	0,09675	2,91049	96,78
14-16	10,28779	13,38806	3,10027	10,38088	0,09309	3,00718	97,00
16-18	10,23598	13,25213	3,01615	10,32441	0,08843	2,92772	97,07
18-20	10,31305	13,51446	3,20141	10,40646	0,09341	3,10800	97,08
20-22	10,27255	13,45706	3,18451	10,36126	0,08871	3,09580	97,21
22-24	10,28328	13,32458	3,04130	10,37609	0,09281	2,94849	96,95
24-26	10,28050	13,34834	3,06784	10,36036	0,07986	2,98798	97,40
26-28	10,28383	13,32900	3,04517	10,37050	0,08667	2,95850	97,15
28-30	10,33608	13,26030	2,92422	10,42756	0,09148	2,83274	96,87
30-32	10,30462	13,21842	2,91380	10,38565	0,08103	2,83277	97,22
32-34	10,29463	13,37015	3,07552	10,39220	0,09757	2,97795	96,83
34-36	10,31347	13,38413	3,07066	10,40563	0,09216	2,97850	97,00
36-38	10,32504	13,43790	3,11286	10,43078	0,10574	3,00712	96,60
38-40	10,35100	13,48042	3,12942	10,44936	0,09836	3,03106	96,86
40-42	10,30250	13,27163	2,96913	10,39808	0,09558	2,87355	96,78
42-44	10,29002	13,29707	3,00705	10,37327	0,08325	2,92380	97,23
44-46	10,33606	13,47883	3,14277	10,43297	0,09691	3,04586	96,92
46-48	10,27918	13,23059	2,95141	10,36698	0,08780	2,86361	97,03
48-50	10,28217	13,36512	3,08295	10,38069	0,09852	2,98443	96,80
50-52	10,34967	13,40642	3,05675	10,44590	0,09623	2,96052	96,85
52-54	10,28035	13,26190	2,98155	10,36341	0,08306	2,89849	97,21
54-56	10,28784	13,35075	3,06291	10,37643	0,08859	2,97432	97,11
56-58	10,33350	13,39412	3,06062	10,42570	0,09220	2,96842	96,99
58-60	10,33572	13,40406	3,06834	10,42467	0,08895	2,97939	97,10
60-62	10,32444	13,32728	3,00284	10,41018	0,08574	2,91710	97,14
62-64	10,28494	13,33300	3,04806	10,36274	0,07780	2,97026	97,45
64-66	10,29151	13,37841	3,08690	10,37352	0,08201	3,00489	97,34
66-68	10,28694	13,25135	2,96441	10,35968	0,07274	2,89167	97,55
68-70	10,31121	13,43650	3,12529	10,39031	0,07910	3,04619	97,47
70-72	10,33234	13,38128	3,04894	10,41431	0,08197	2,96697	97,31
72-74	10,28727	13,40000	3,11273	10,38073	0,09346	3,01927	97,00
74-76	10,31923	13,44541	3,12618	10,39660	0,07737	3,04881	97,53
76-78	10,28259	13,35334	3,07075	10,36051	0,07792	2,99283	97,46
78-80	10,23512	13,32713	3,09201	10,31211	0,07699	3,01502	97,51
80-82	10,31127	13,33633	3,02506	10,39690	0,08563	2,93943	97,17
82-84	10,27110	13,34275	3,07165	10,33115	0,06005	3,01160	98,05
84-86	10,30320	13,37841	3,07521	10,38012	0,07692	2,99829	97,50
86-88	10,30428	13,41016	3,10588	10,41280	0,10852	2,99736	96,51
88-90	10,28751	13,33586	3,04835	10,37974	0,09223	2,95612	96,97
90-92	10,30437	13,40577	3,10140	10,39715	0,09278	3,00862	97,01
92-94	10,31148	13,31912	3,00764	10,39016	0,07868	2,92896	97,38
94-96	10,32093	13,30585	2,98492	10,39811	0,07718	2,90774	97,41
96-98	10,31020	13,40802	3,09782	10,40293	0,09273	3,00509	97,01
98-100	10,23614	13,26370	3,02756	10,31139	0,07525	2,95231	97,51
100-102	10,33015	13,42015	3,09000	10,42044	0,09029	2,99971	97,08

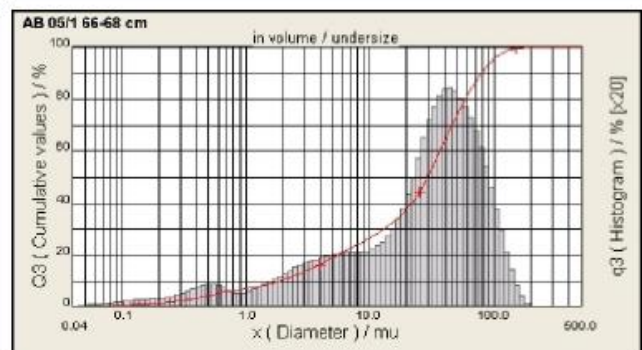
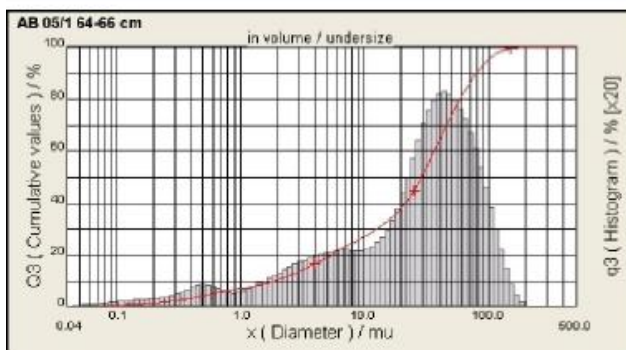
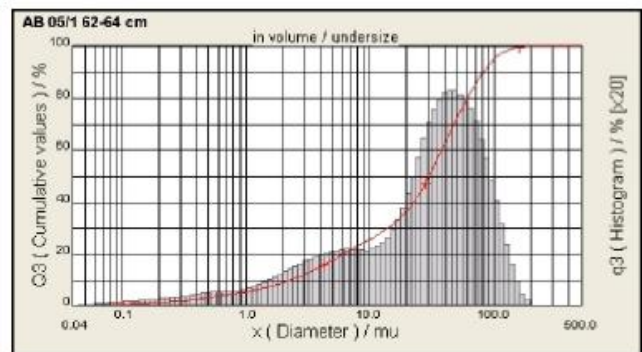
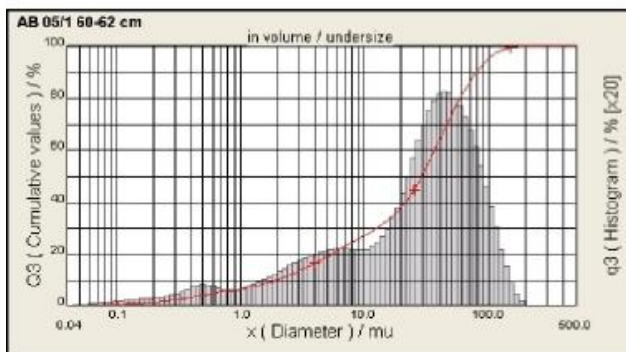
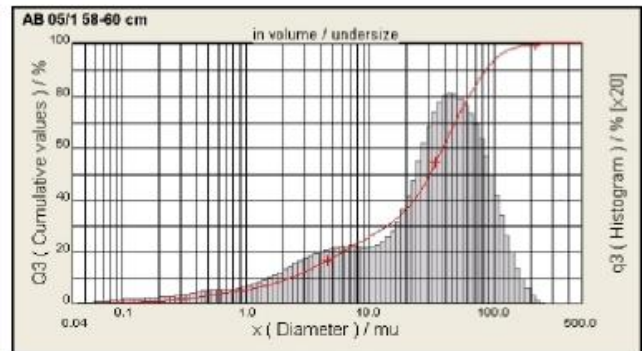
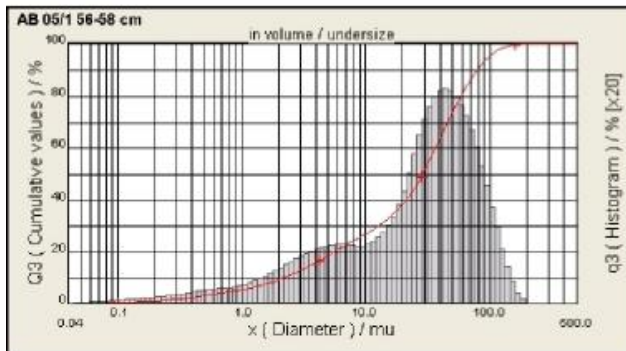
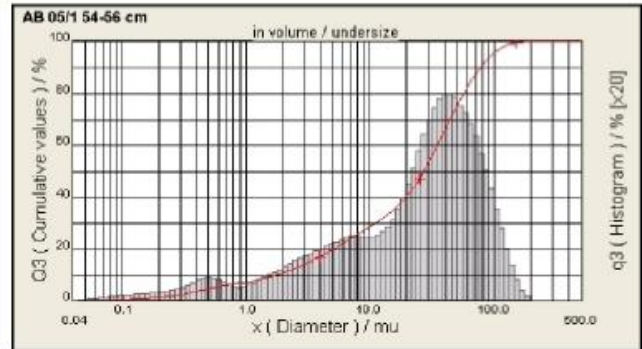
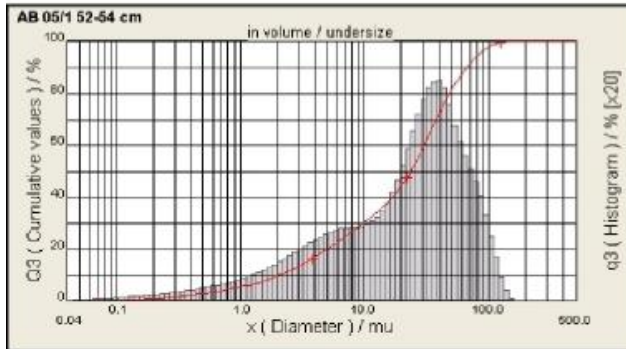
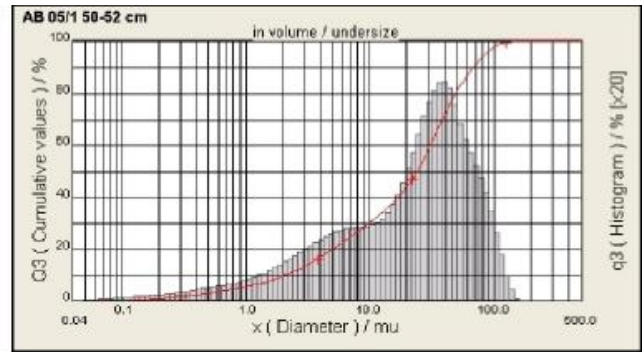
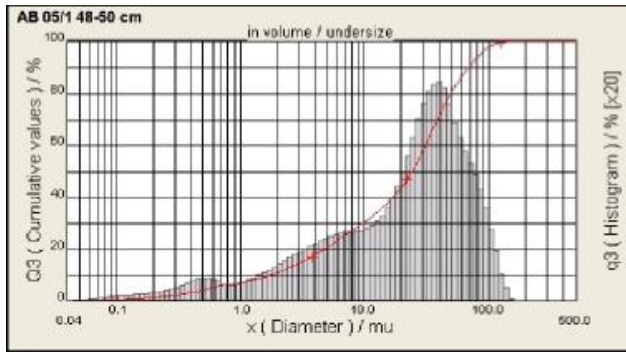
Tabela 02 - Continuação.

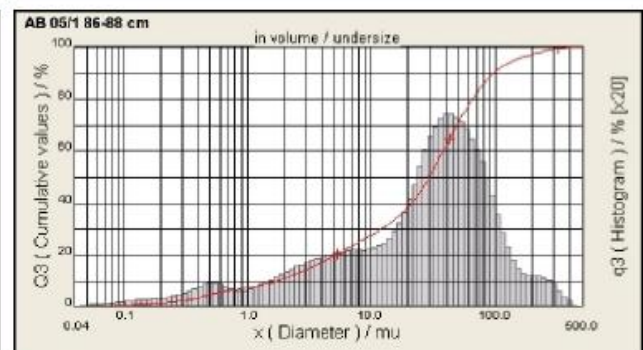
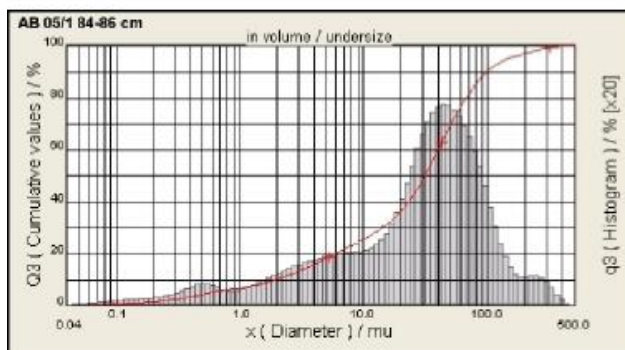
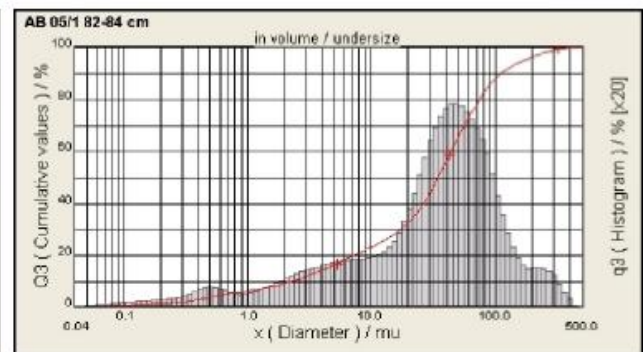
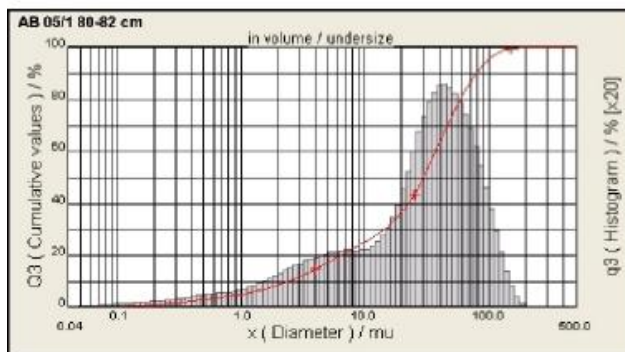
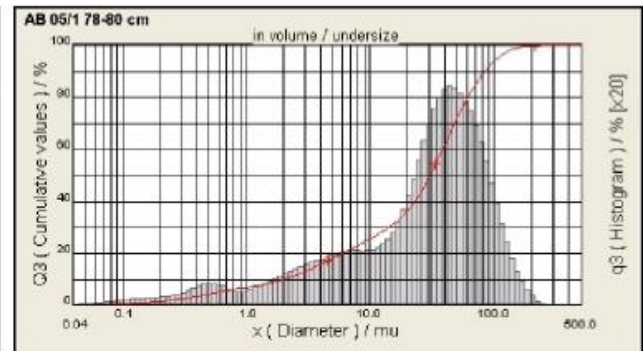
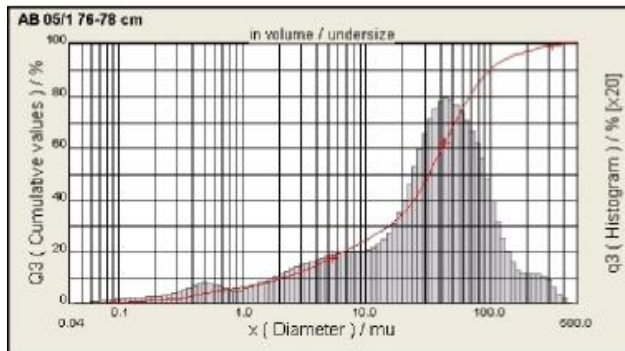
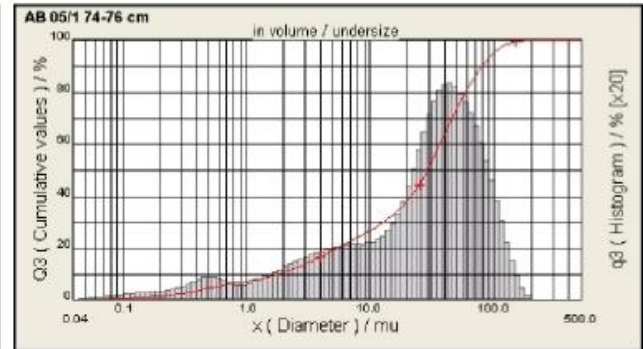
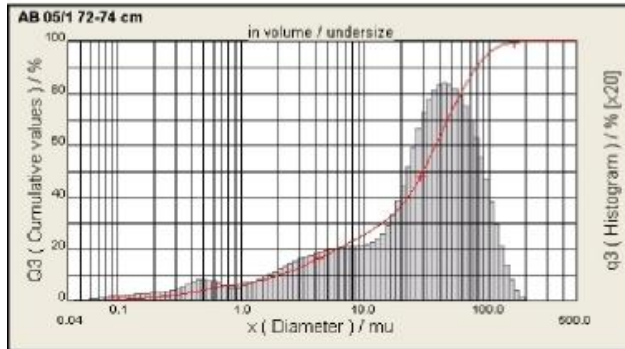
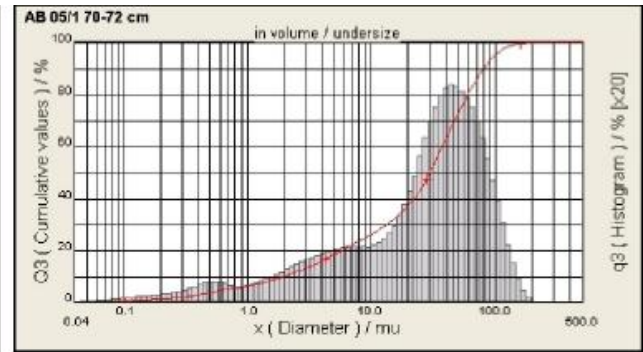
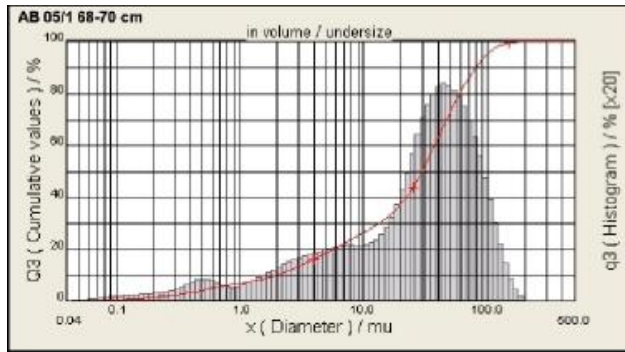
amostra AB 05/1 (cm)	peso do tubo (g)	peso sed. seco (cte) + peso tubo (antes descarb) (g)	peso sed. seco (cte) (antes descarb) (g)	peso sed. seco (cte) + peso tubo (após descarb) (g)	peso sed. seco (cte) (após descarb) (g)	peso carbonato (P antes - P após descarb) (g)	teor de carbonatos (%)
102-104	10,32480	13,39051	3,06571	10,43814	0,11334	2,95237	96,30
104-106	10,28147	13,22947	2,94800	10,35157	0,07010	2,87790	97,62
106-108	10,35116	13,42350	3,07234	10,43645	0,08529	2,98705	97,22
108-110	10,35596	13,26206	2,90610	10,38901	0,03305	2,87305	98,86
110-112	10,28847	13,27612	2,98765	10,35055	0,06208	2,92557	97,92
112-114	10,28768	13,34870	3,06102	10,35091	0,06323	2,99779	97,93
114-116	10,27158	13,17465	2,90307	10,33438	0,06280	2,84027	97,84
116-118	10,33130	13,40108	3,06978	10,40947	0,07817	2,99161	97,45
118-120	10,31286	13,12521	2,81235	10,37660	0,06374	2,74861	97,73
120-122	10,28333	13,30165	3,01832	10,35293	0,06960	2,94872	97,69
122-124	10,28258	13,19110	2,90852	10,34233	0,05975	2,84877	97,95
124-126	10,29159	13,18403	2,89244	10,35487	0,06328	2,82916	97,81
126-128	10,32047	13,27939	2,95892	10,38273	0,06226	2,89666	97,90
128-130	10,26972	13,10151	2,83179	10,32081	0,05109	2,78070	98,20
130-132	10,32503	13,14715	2,82212	10,38107	0,05604	2,76608	98,01
132-134	10,28564	13,26564	2,98000	10,35649	0,07085	2,90915	97,62
134-136	10,32911	13,23373	2,90462	10,38370	0,05459	2,85003	98,12
136-138	10,29540	13,37038	3,07498	10,33705	0,04165	3,03333	98,65
138-140	10,27767	13,12880	2,85113	10,34182	0,06415	2,78698	97,75
140-142	10,28959	13,23303	2,94344	10,35008	0,06049	2,88295	97,94
142-144	10,26760	13,32690	3,05930	10,33007	0,06247	2,99683	97,96
144-146	10,32468	13,13601	2,81133	10,37022	0,04554	2,76579	98,38
146-148	10,28197	13,06133	2,77936	10,32615	0,04418	2,73518	98,41
148-150	10,32613	13,35544	3,02931	10,38138	0,05525	2,97406	98,18
150-152	10,31709	13,12608	2,80899	10,35917	0,04208	2,76691	98,50
152-154	10,35030	13,26538	2,91508	10,40148	0,05118	2,86390	98,24
154-156	10,30163	13,26440	2,96277	10,36781	0,06618	2,89659	97,77
156-158	10,27116	13,17812	2,90696	10,33888	0,06772	2,83924	97,67
158-160	10,28378	13,27140	2,98762	10,36238	0,07860	2,90902	97,37
160-162	10,28662	13,38435	3,09773	10,35511	0,06849	3,02924	97,79
162-164	10,32045	13,22258	2,90213	10,38420	0,06375	2,83838	97,80
164-166	10,22439	13,23639	3,01200	10,28455	0,06016	2,95184	98,00
166-168	10,29971	13,37408	3,07437	10,38174	0,08203	2,99234	97,33
168-170	10,27978	13,31169	3,03191	10,34513	0,06535	2,96656	97,84
170-172	10,32915	13,36212	3,03297	10,42151	0,09236	2,94061	96,95
172-174	10,37688	13,43105	3,05417	10,43659	0,05971	2,99446	98,04
174-176	10,30893	13,22519	2,91626	10,36944	0,06051	2,85575	97,93
176-178	10,35345	13,33162	2,97817	10,42548	0,07203	2,90614	97,58
178-180	10,32912	13,24928	2,92016	10,42311	0,09399	2,82617	96,78
180-182	10,33731	13,31613	2,97882	10,42848	0,09117	2,88765	96,94
182-184	10,35579	13,32131	2,96552	10,43567	0,07988	2,88564	97,31
184-185	10,33120	13,34200	3,01080	10,41032	0,07912	2,93168	97,37
185-187	10,33005	13,61212	3,28207	10,42303	0,09298	3,18909	97,17

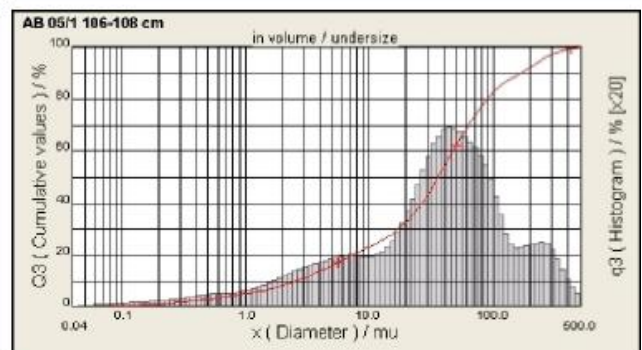
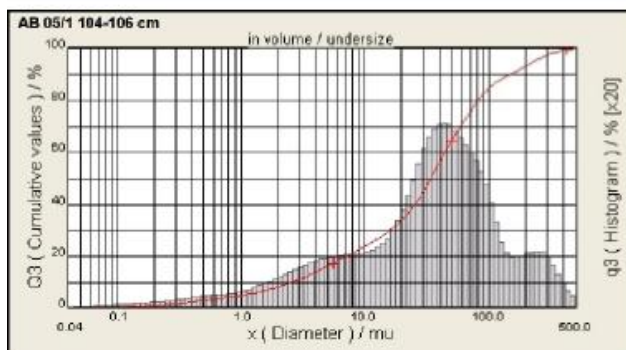
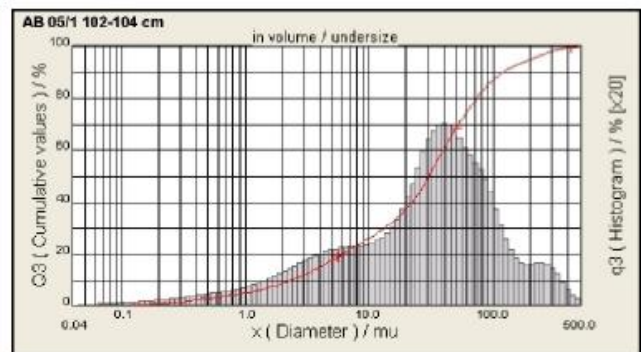
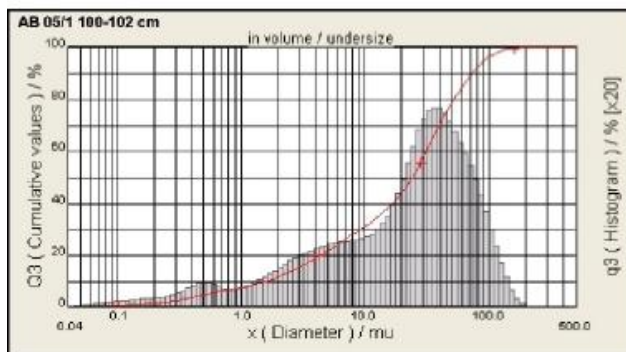
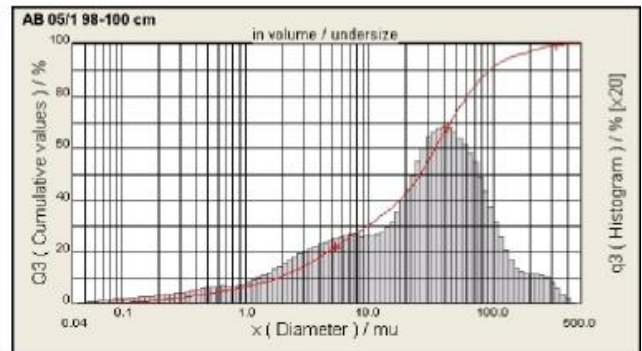
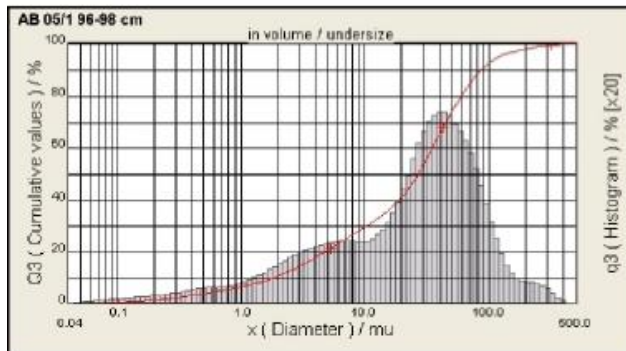
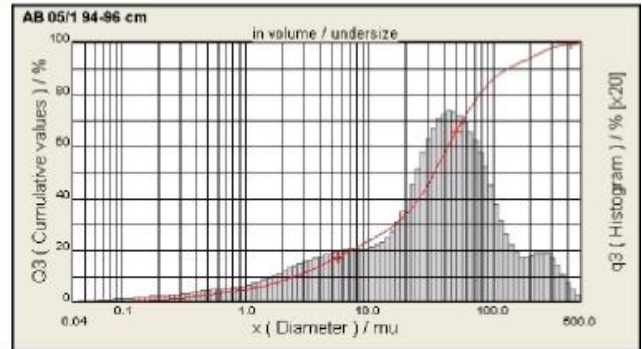
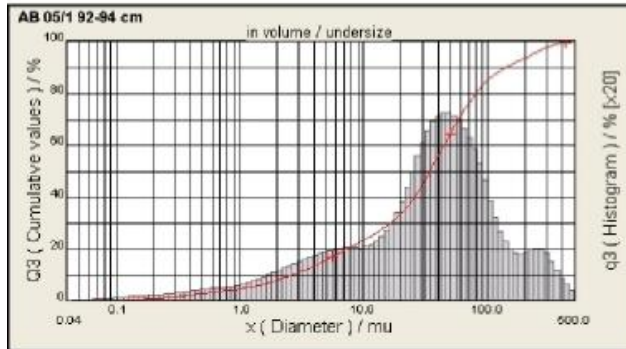
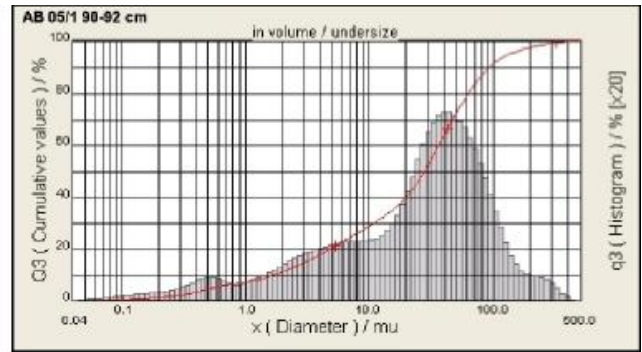
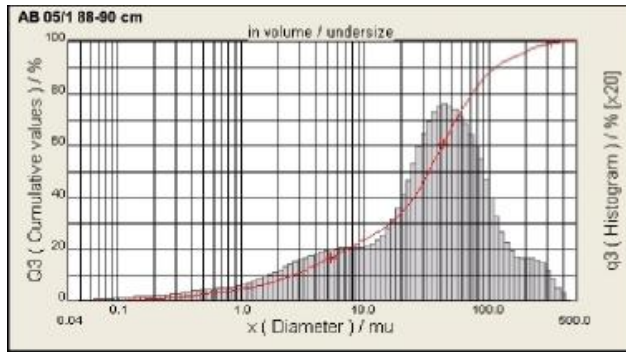
CURVAS DE FREQUÊNCIA GRANULOMÉTRICA

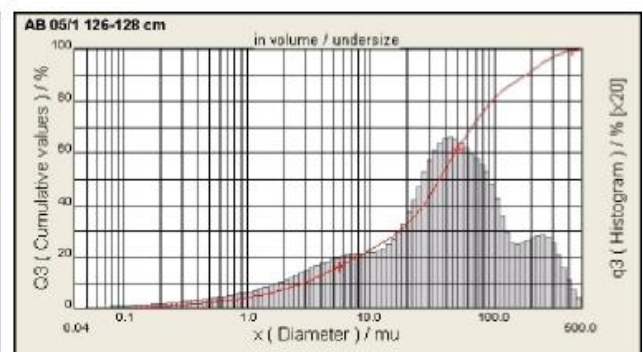
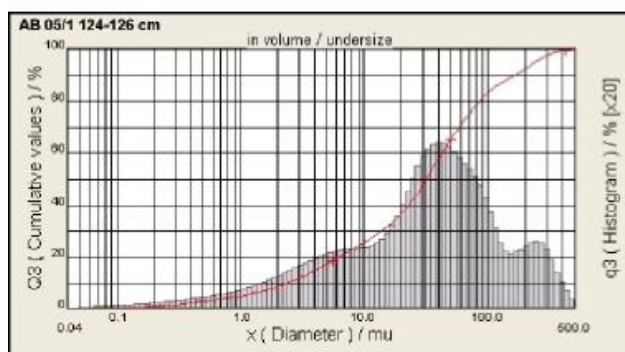
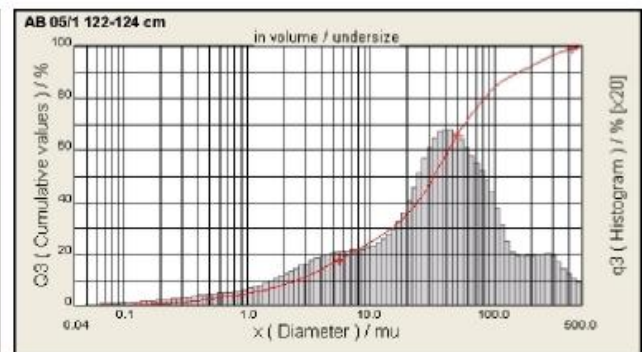
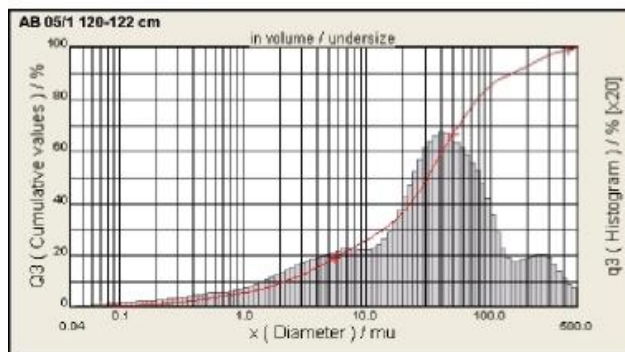
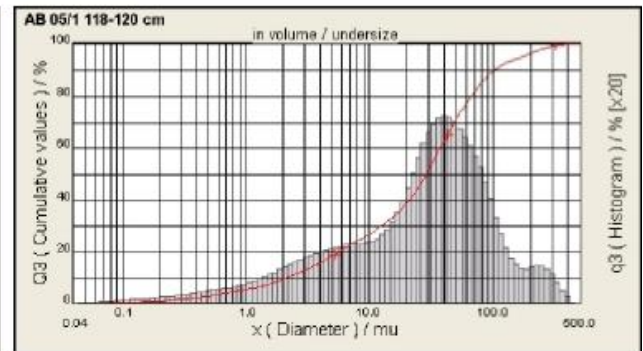
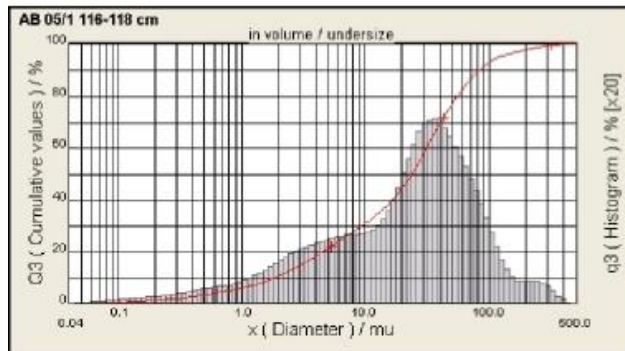
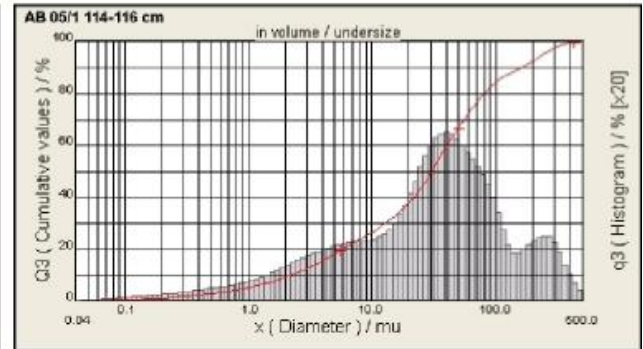
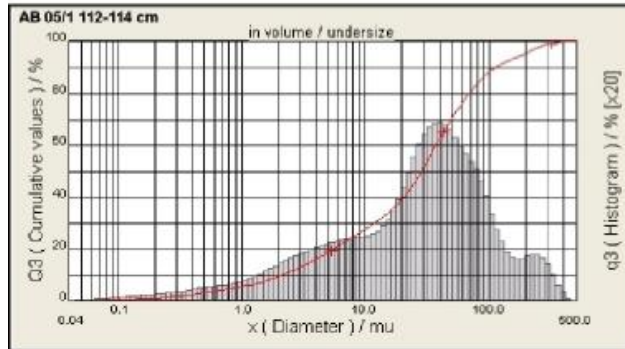
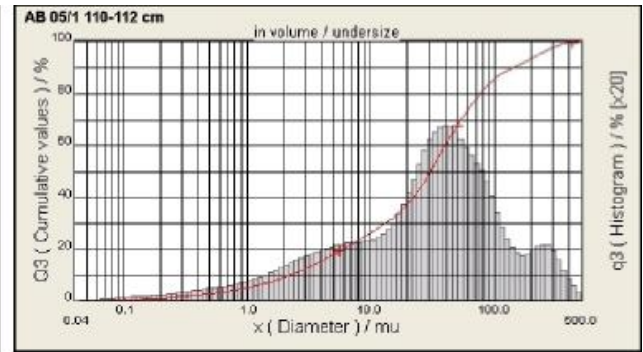
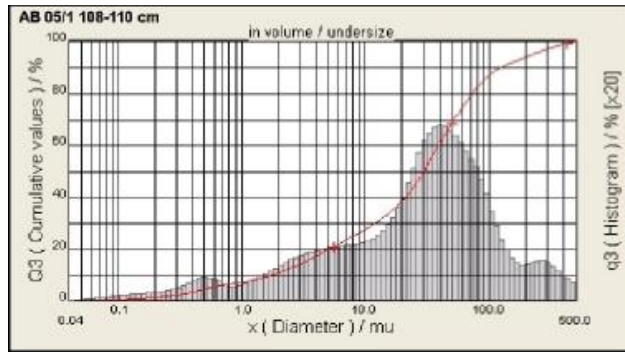


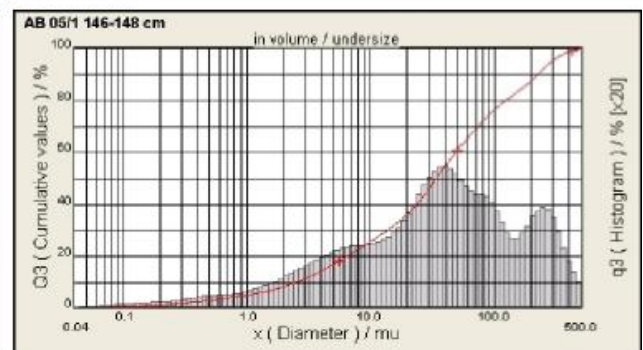
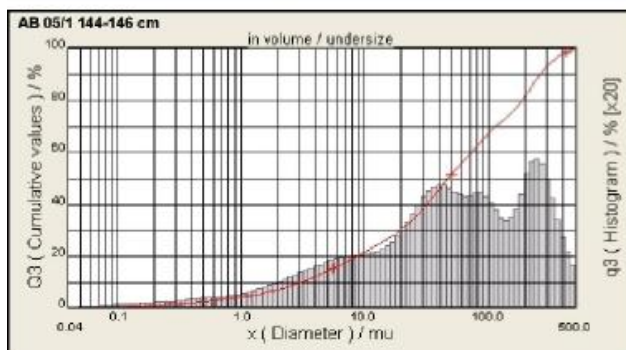
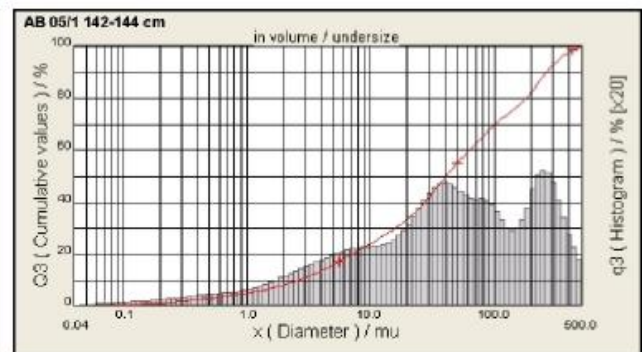
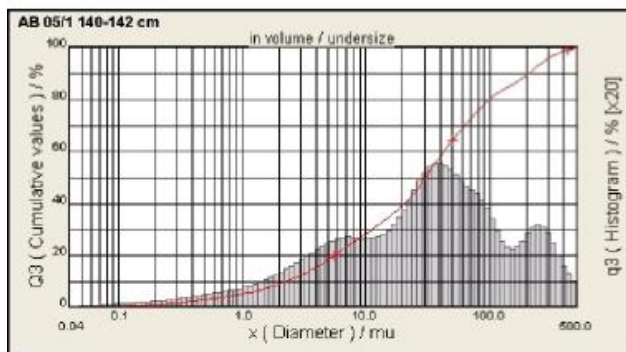
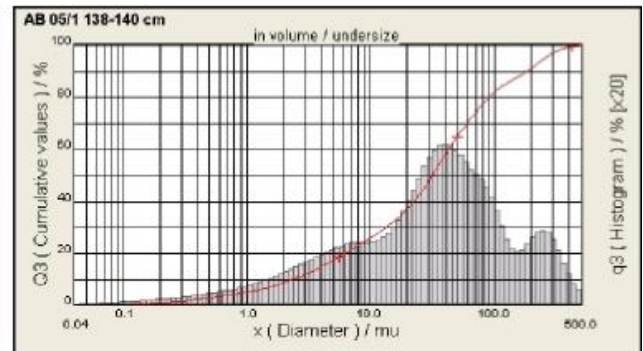
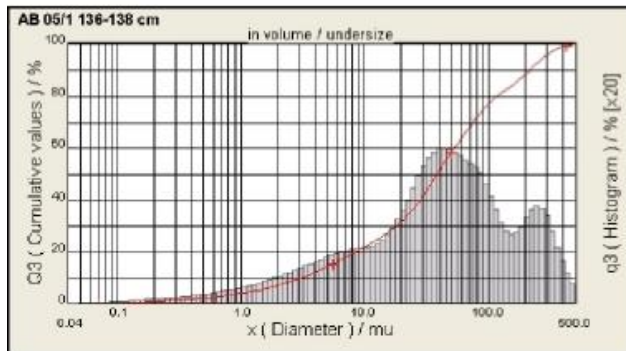
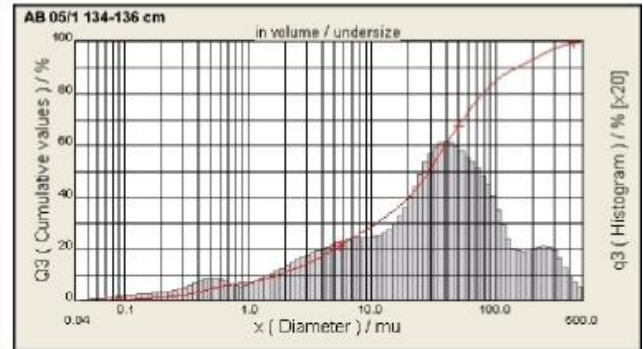
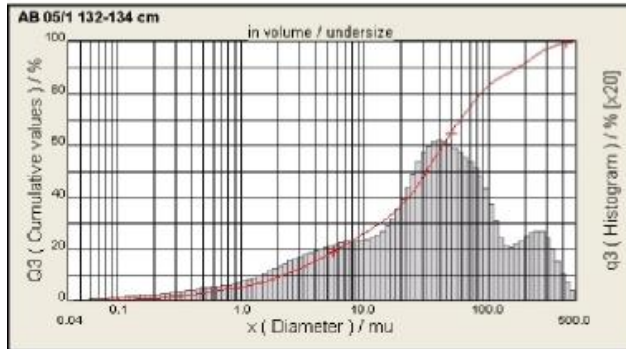
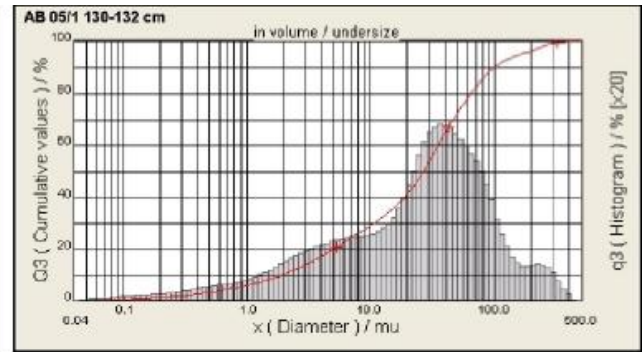
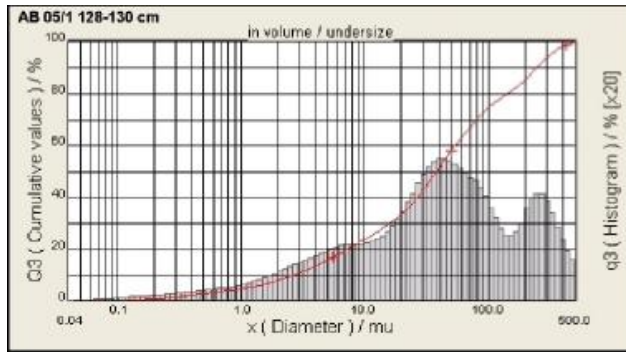


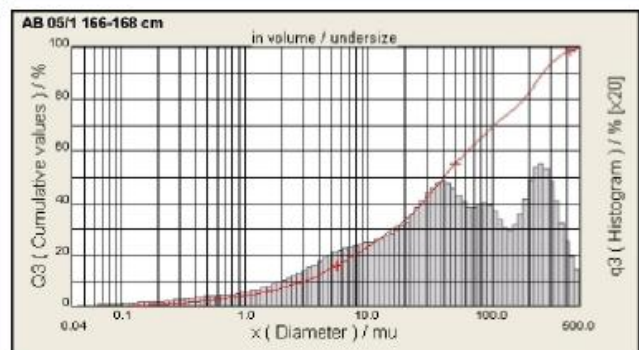
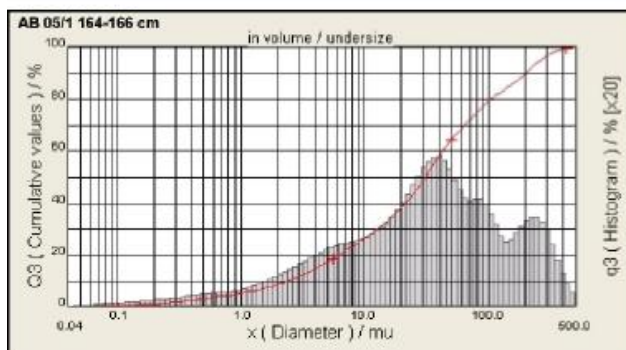
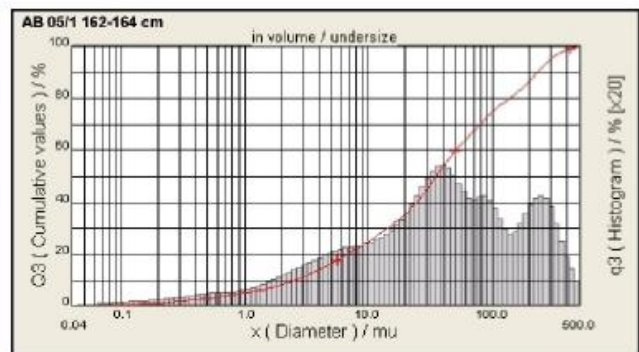
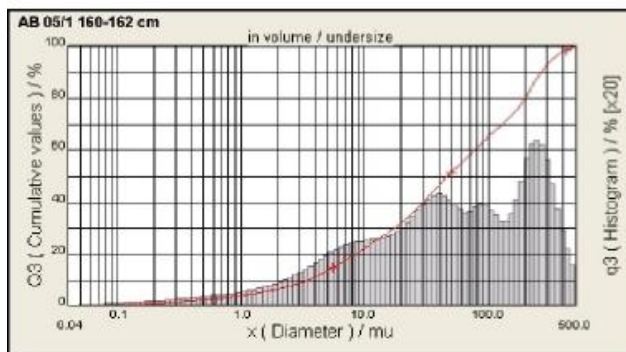
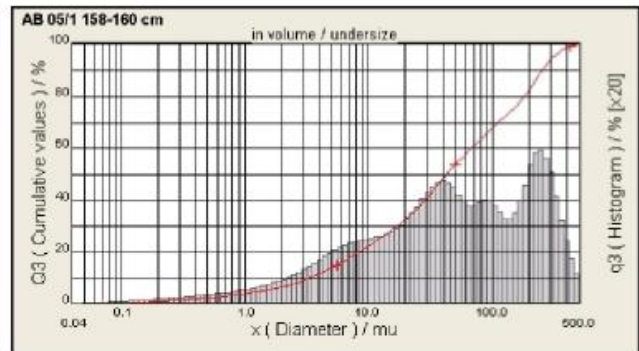
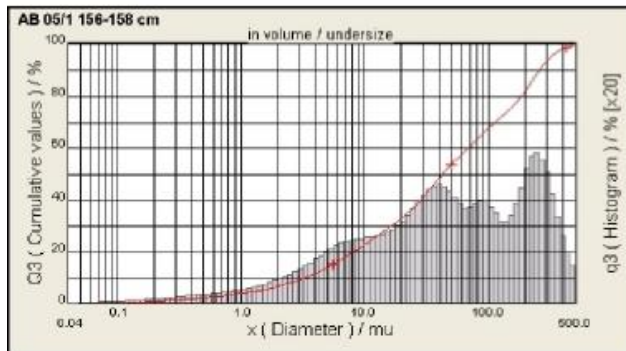
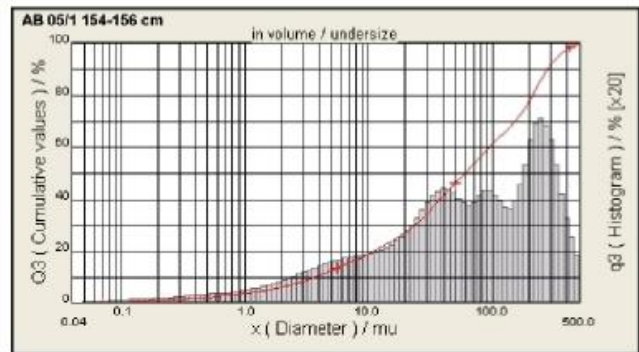
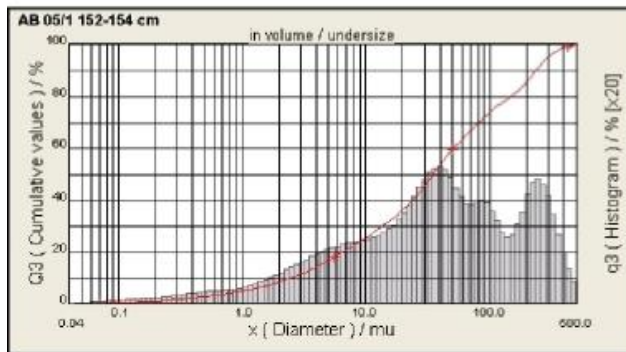
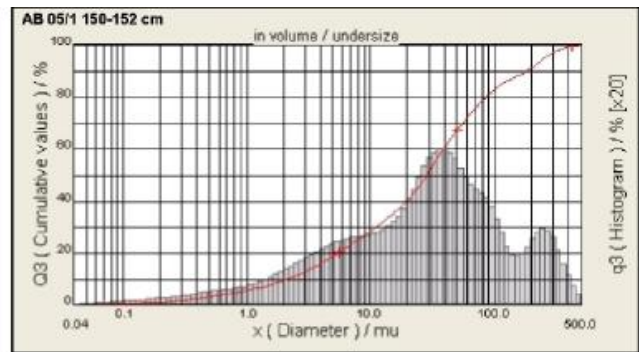
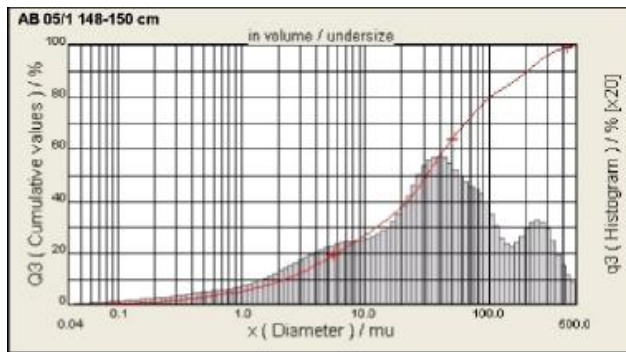


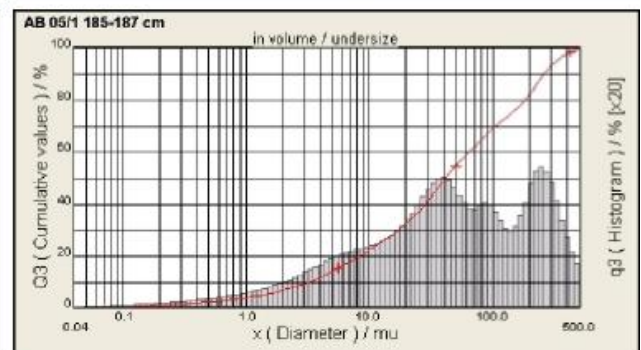
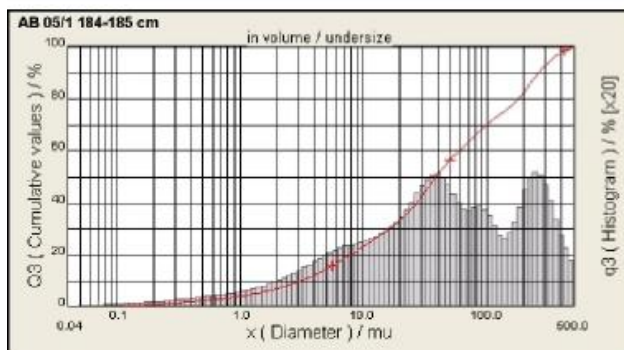
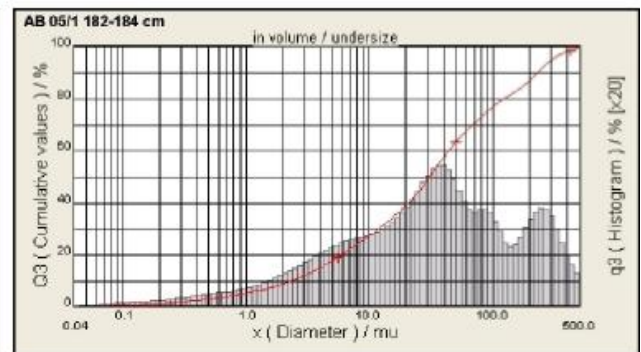
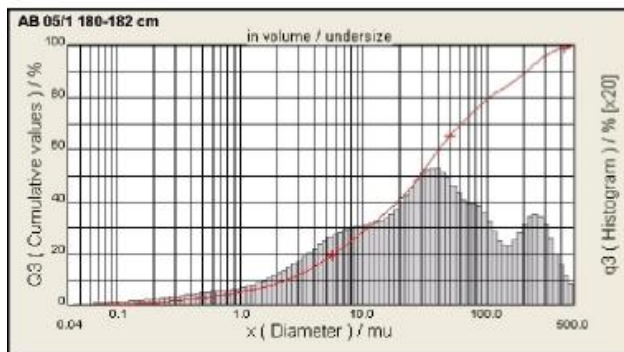
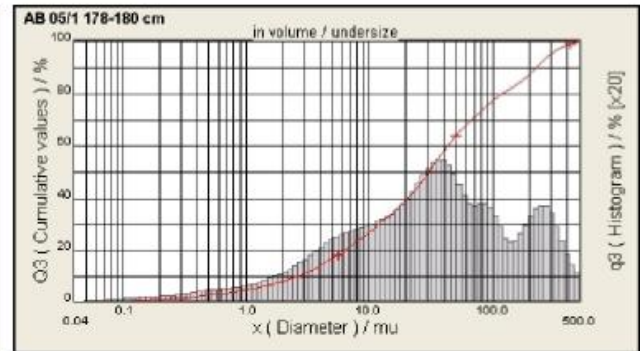
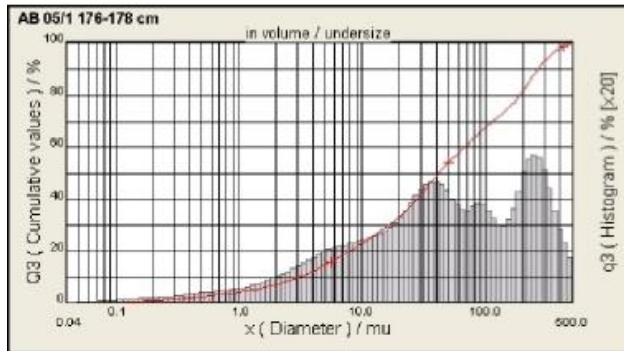
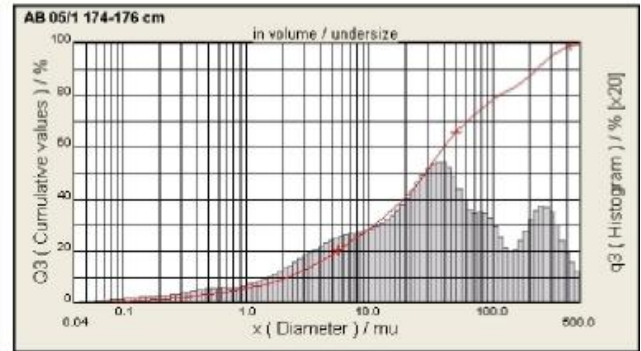
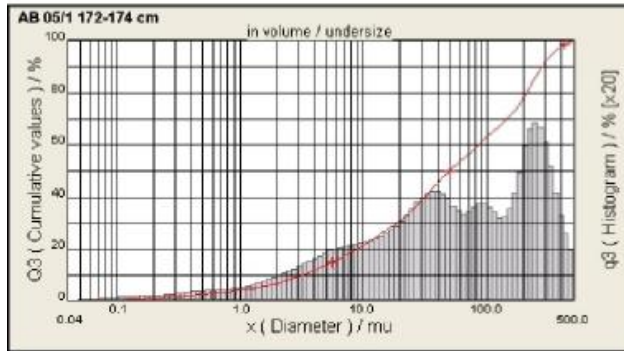
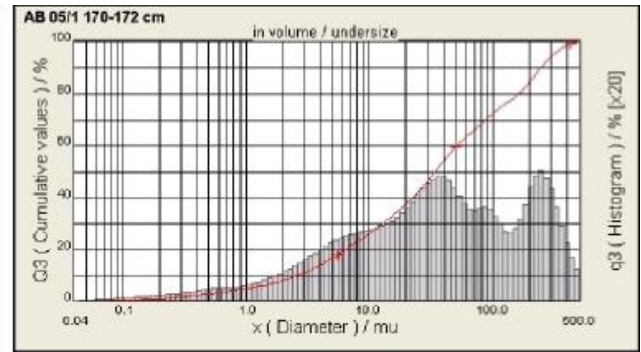
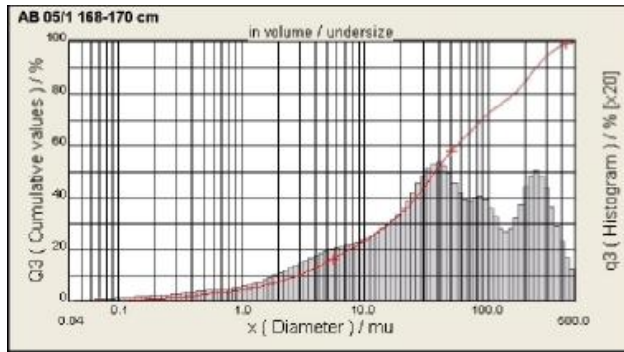












REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, C.F., Oliveira-Silva, P., Seoane, J.C.S., Ferreira, B.P., Campelo, R.C., Bruno, B.J., Almeida, C.M., Portilho-Ramos, R., Soares Gomes, A. 2006. Diagnóstico da saúde ambiental de ecossistemas recifais da costa brasileira com a utilização de foraminíferos bentônicos. Relatório técnico do Ministério do Meio Ambiente, Distrito Federal, 65p.
- Blott, S.J. & Pye, K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, p. 1237-1248. Disponível em: <http://www.kpal.co.uk/gradistat_abstract.htm> Acessado em: 17 out. 2006.
- Cordani, U.G. 1970. Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. *Boletim do Instituto de Geociências e Astronomia, São Paulo*, v. 1, p. 1-80.
- Folk, R.L. 1974a. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin, TX, Hemphill Publishing Company, 190p.
- Folk, R.L. 1974b. The natural history of crystalline calcium carbonate: effect of magnesium content and salinity. Austin, TX, *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 44, n. 1, p. 40-53.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, p. 3-26.
- França, R. L. 2004. Bacia do Mucuri. *In: Bacias sedimentares brasileiras*. Aracajú, Fundação Paleontológica Phoenix, v. 6, n. 62, 4p.
- Friedman, G.M. & Sanders, J.E. 1978. *Principles of Sedimentology*. New York, Wiley.
- Hallock, P. 2005. Global change and modern coral reefs: New opportunities to understand shallow-water carbonate depositional processes. *Florida, Sedimentary Geology*, v. 175, p. 19-33.
- Hartt, C.F. 1870. *Geology and Physical Geography of Brazil*. Boston, Fields, Osgood and Co. 620p.
- Imagem Landsat 7 ETM+. Data de aquisição: 30-12-2001. Path/Row: p215r072_2p. Composição RGB: Red: banda_3, Green: banda_2, Blue: banda_1, em composição colorida quase natural. Projeção geográfica: Lat/Long. Escala: 1:25.000. Datum: WGS84. Formato: PNG para download. Sem nuvens. Resolução espacial: 30 m. Disponível em: <<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/landsat.pl>> Acessado em: 26 fev. 2007.
- Ingram, R.L. 1954. Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, v. 65, p. 937-938.
- Leão, Z.M.A.N. 1982. Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil. Ph.D. Dissertation, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Florida, U.S.A., 218p.
- Leão, Z.M.A.N. 2002. Abrolhos, BA - O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. *In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M., Berbert-Born, M.L.C. Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM, v. 1, p. 345-359.
- Leão, Z.M.A.N. & Ginsburg, R.N. 1997. Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil. *In: Lessios H.A. & Macintyre I.G. (Eds), Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, v. 2, p. 1767-1772.
- Meyerhöfer, M. & Marone, E. 1996. Transport mechanisms of biogenous material, heavy metals and organic pollutants in east Brazilian waters, small scale investigations, *In: Ekau, W. & Knoppers, B., Sedimentation processes and Productivity in the Continental Shelf Waters off East and Northeast Brazil, Joint Oceanographic Projects (JOPS-II), Cruise Report and First Results, Center for Tropical Marine Ecology, Bremen*, p. 33-43.

- Milani, E.J., Brandão, J.A.S.L., Zalán, P.V. & Gamboa, L.A.P. 2000. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. São Paulo, Revista Brasileira de Geofísica, v. 18, n. 3, p. 351-396.
- Milliman, J. D. 1974. Recent sedimentary carbonates. Part 1: Marine carbonates. New York, Springer-Verlag, 370p.
- Miranda, E. E. de & Coutinho, A. C. 2004. Brasil Visto do Espaço. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Brasil mosaico de Imagens Landsat 7 ETM+ e Landsat 5 TM. Composição RGB: bandas espectrais 5,4,3 em composição colorida falsa cor. Projeção Geográfica (Lat/Long). Elipsóide: South América 1969. Datum: SAD69. Principais Processamentos: ajuste geométrico, equalização radiométrica, balanço de cores, mosaicagem, recorte e reprojeção. Tipo: matricial (raster) 8 bits, 1 byte por píxel. Formato: Original GEOTIFF e para download JPEG. Resolução espacial: variável em função do tamanho do Estado, 30, 60 e 90 metros. Sazonalidade das imagens: datas de período seco. Cobertura de Nuvens: máxima de 10 %. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/>>. Acessado em: 26 fev. 2007.
- Mohriak, W.U. 2006. Interpretação geológica e geofísica da Bacia do Espírito Santo e da região de Abrolhos: petrografia, datação radiométrica e visualização sísmica das rochas vulcânicas. Rio de Janeiro, Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 14, n. 1, p. 133-142, nov. 2005/maio 2006.
- Nimer, E. 1989. Climatologia do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 421p.
- Palma, J.J.C. 1984. Fisiografia da área oceânica, In: Schobbenhaus, C., Campos, D. A., Derze, G. R., Asmus, H. E., Geologia do Brasil. Brasília: MME/DPNPM, p. 429-441.
- Silva, J.M.R, Lima, M.I.C., Veronese, V.F., Ribeiro Júnior, R.N., Rocha, R.M., Siga Júnior, O., 1987. Geologia. In: Folha SE.24 Rio Doce. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, FIBGE. v. 34, p. 23-172.
- Sobreira, J. F. F. 1996. Complexo Vulcânico de Abrolhos: proposta de modelo tectono-magmático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador, 1996, Anais... [São Paulo] : Sociedade Brasileira de Geologia, v. 5, p. 387-391.
- Sobreira, J. F. F. & França, R. L. 2006. Um modelo tectono-magmático para a região do Complexo Vulcânico de Abrolhos. Rio de Janeiro, Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 14, n. 1, nov. 2005/maio 2006 p. 143-147.
- Stanley, S.M. & Hardie, L.A. 1998. Secular oscillations in the carbonate mineralogy of reef-building and sediment-producing organisms driven by tectonically forced shifts in seawater chemistry. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, v. 144, p. 3-19.
- Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Ed. Edgard Blücher/EDUSP, 317p.
- Suguio, K. 1980. Rochas sedimentares : propriedades, gênese, importância econômica. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 500p.
- Udden, J.A. 1914. Mechanical composition of clastic sediments. Bulletin of the Geological Society of America, v. 25, p. 655-744.
- US Navy 1978. US Navy Marine Climatic Atlas of the World, Volume IV – South Atlantic Ocean, Washington, D.C., 325p.
- Vicalvi, M.A., Costa, M.P.A., Kowsmann, R.O. 1978. Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna Holocênica na plataforma continental leste brasileira. Bol. Tec. Petrobrás, v. 21, n. 4, p. 279-286.
- Vieira, R.A.B., Mendes, M.P., Vieira, P.E., Costa, L.A.R., Tagliari, C.V., Bacelar, L.A.P., Feijó, F.T., 1994, Bacias do Espírito Santo e Mucuri. Estratigrafia das Bacias do Brasil, Boletim de Geociências da PETROBRAS, v. 4, n.1, p. 191-195.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, v. 30, p. 377-392.